Оглавление

ВВЕДЕНИЕ

Химические источники тока (ХИТ) прочно вошли в нашу жизнь. В быту потребитель редко обращает внимание на отличия используемых ХИТ. Для него – это батарейки и аккумуляторы. Обычно они используются в таких устройствах, как карманные фонари, игрушки, радиоприемники или автомобили.

Чаще всего, различают батарейки и аккумуляторы по внешнему виду. Но существуют аккумуляторы, конструктивно выполненные также как и батарейки. Например внешний вид аккумулятор КНГ-1Д мало отличается от классических пальчиковых батареек R6C. И наоборот. Аккумуляторы и батарейки дисковой конструкции внешне также неразличимы. Например аккумулятор Д-0,55 и кнопочный ртутный элемент (батарейка) РЦ-82.

Для того, чтобы их различать, потребителю необходимо обращать внимание на маркировку, нанесенную на корпус ХИТ. Маркировки, наносимые на корпуса батареек и аккумуляторов описаны в главе 1 и 2 на рисунках и в таблицах. Это необходимо для правильного выбора питающего элемента для вашего устройства.

Появление переносной аудио-, видео- и другой более энергоемкой аппаратуры потребовало увеличения энергоемкости ХИТ, их надежности и долговечности.

В данной книге описываются технические характеристики и способы выбора оптимального ХИТ, способы заряда, восстановления, эксплуатации и продления срока использования аккумуляторов и батареек.

Читателю следует обратить внимание на предостережения относительно безопасности и утилизации ХИТ.

В том случае, когда потребляемая мощность относительно велика (10Ач), используются аккумуляторы, в основном кислотные, а также никель-железные и никель-кадмиевые. Они применяются в портативных ЭВМ (Laptop, Notebook, Palmtop), носимых средствах связи, аварийном освещении и пр.

Автомобильные аккумуляторы занимают особое место в книге. Приводятся схемы устройств для зарядки и восстановления аккумуляторов, а также описываются новые, созданные по технологии «dryfit», герметичные аккумуляторы, не требующие ухода в течении 5...8 лет эксплуатации. Они не оказывают вредного воздействия на людей и аппаратуру.

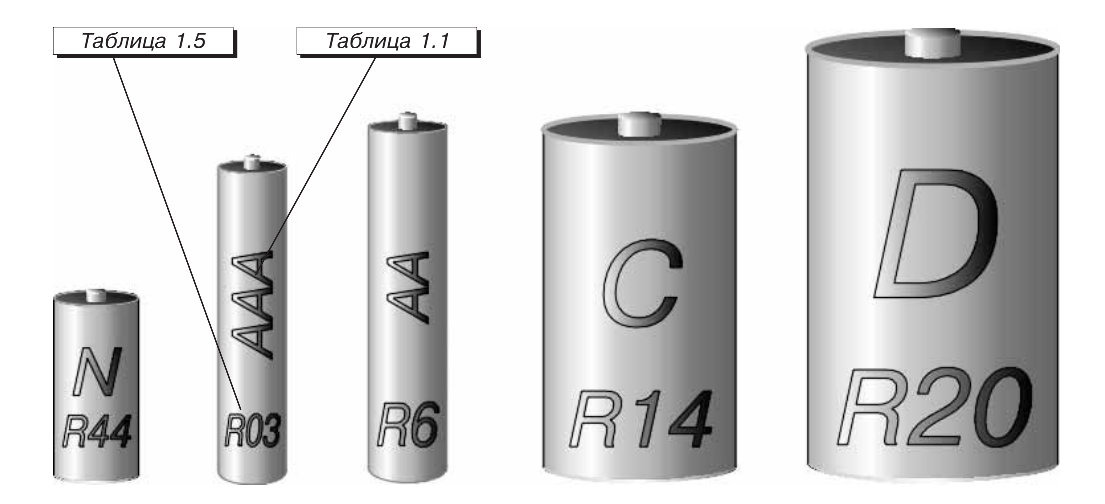
В последние годы такие аккумуляторы широко применяются в резервных источниках питания ЭВМ и электромеханических системах, накапливающих энергию для возможных пиковых нагрузок и аварийного питания электроэнергией жизненно-важных систем.

В начале каждой главы приведен словарь специальных английских терминов, которые используются в описаниях и при маркировке батареек и аккумуляторов. В конце книги находится сводный отрезной словарь терминов.

Основные характеристики ХИТ широкого спектра применения, представляющих практический интерес, приведены в табл. В.1.

Таблица В.1.

Основные характеристики химических источников тока								
Тип элемента	Анод (+)	Катод (-)	Макс. напряжение, В	Макс. емкость, Ач/кг	Рабочее напряжение, В	Плотность энергии, Втч/кг	Запасаемая энергия, Втч/дм^3	Срок хранения, лет
Первичные батареи								
Лекланше (C-Zn)	Zn	MnO_2	1,6	230	1,2	65	175	1,2
Щелочной MnO_2	Zn	MnO_2	1,5	230	1,15	90	300	2,5
Ртутный	Zn	HgO	1,34	185	1,2	120	370	3
Оксид серебра	Zn	AgO	1,85	285	1,5	130	450	2,5
Воздушно-цинковый	Zn	O_2	1,6	815	1,1	200	190	1,5
Оксид магния	Mg	MnO_2	2	270	1,5	100	195	3,3
Органический катод	Mg	m-DNB	1,8	1400	1,15	130	180	3,8
Ртутно-кадмиевый	Cd	HgO	0,9	165	0,85	45	520	3,5
Литиевый	Li	CrO_2	3,8	750	3	350	450	5
Литиевый	Li	$(CF)_n$	3,6	2200	3	650	550	5
Литиевый	Li	MnO_2	3,2	–	3-2,7	250	600	4
Литиевый	Li	CuS	2,5	–	1,8-1,5	300	600	4
Литиевый	Li	Ag_2CrO_4	3,4	–	3,3-3,0	300	800	4
Литиевый	Li	SO2	2,9	–	2,8-2,2	350	500	4
Литиевый	Li	$SOCl_2$	3,6	–	3,5-3,0	500	1000	4
Аккумуляторы								
Свинцово-кислотный	Pb	PbO_2	2,1	55	2	37	70	3
Железо-никелевый	Fe	NiOx	1,5	195	1,2	29	65	5
Никель-кадмиевый	Cd	NiO_x	1,35	165	1,2	33	60	5
Серебряно-кадмиевый	Cd	AgO	1,4	230	1,05	55	120	6
Серебряно-цинковый	Zn	AgO	1,85	285	1,5	100	170	–
Цинк-NiO_x	Zn	NiO_x	1,75	185	1,6	55	110	–
Литиевый	Li	MoO_3	2,4	190	1,8	50	140	10



Термины и определения

Анод	положительный вывод батареи.
Батарея	два или более элементов, соединенных последовательно или (и) параллельно для обеспечения нужного напряжения и тока.
Внутреннее сопротивление	сопротивление току через элемент, измеренное в Омах. Иногда называется внутренним импедансом.
Выход энергии	расход емкости, умноженный на среднее напряжение в течение времени разряда батарей, выраженный в Ватт-часах (Втч).
Емкость	количество электрической энергии, которое батарея выделяет при определенных условиях разряда, выраженное в ампер-часах (Ач) или кулонах (1 Ач = 3600 Кл).
Заряд	электрическая энергия, передаваемая элементу, с целью преобразования в запасаемую химическую энергию.
Катод	отрицательный вывод батареи.
Компенсационный подзаряд	метод, при котором для приведения батареи в полностью заряженное состояние и поддержания ее в этом состоянии используется постоянный ток.
Напряжение отсечки	минимальное напряжение, при котором батарея способна отдавать полезную энергию при определенных условиях разряда.
Напряжение холостого хода	напряжение на внешних зажимах батареи при отсутствии отбора тока.
Номинальное напряжение	напряжение на полностью заряженной батарее при ее разряде с очень низкой скоростью.
Плавающий заряд	метод поддержания подзаряжаемой батареи в полностью заряженном состоянии путем подачи выбранного постоянного напряжения для компенсации в ней различных потерь.
Плотность энергии	отношение энергии элемента к его массе или объему, выраженное в Ватт-часах на единицу массы или объема.
Поляризация	падение напряжения, вызванное изменениями химических композиций компонентов элементов (разница между напряжением холостого хода и напряжением в любой момент разряда).
Разряд	потребление электрической энергии от элемента во внешнюю цепь. Глубокий разряд – это состояние, в котором практически вся емкость элемента израсходована. Неглубокий разряд – это разряд, при котором израсходована малая часть полной емкости.
Сепаратор	материал, используемый для изоляции электродов друг от друга. Он иногда удерживает электролит в сухих элементах.
Срок хранения	период времени, в течение которого, элемент хранящийся при нормальных условиях (20°C), сохраняет 90% первоначальной емкости.
Стабильность	однородность напряжения, при котором батарея отдает энергию в течение полного режим разряда.
Элемент	базовая единица, способная преобразовывать химическую энергию в электрическую. Он состоит из положительного и отрицательного электродов, погруженных в общий электролит.
Электрод	проводящий материал, способный при реакции с электролитом производить носителей тока.
Электролит	материал, проводящий носителей заряда в элементе.
Цикл	одна последовательность заряда и разряда элемента.

Английские термины

A battery	батарея накала
acid storage battery	батарея кислотных (свинцовых) аккумуляторов
air battery	воздушно-металлический элемент
alkaline battery	(первичный) щелочной элемент
alkaline battery	щелочной марганцево-цинковый элемент
alkaline dry battery	сухой ртутно-цинковый элемент
alkaline dry battery	сухой щелочной элемент
alkaline manganese battery	щелочной марганцево-цинковый элемент
alkaline storage battery	батарея щелочных аккумуляторов
alkaline storage battery	щелочной аккумулятор
anode battery	анодная батарея
B battery	анодная батарея
Bansen battery	(азотно-кислотно-цинковый) элемент Бунзена
bag-type battery	стаканчиковый (первичный) элемент с куколкой
balancing battery	буферная батарея
battery	батарея
bias battery	элемент батареи смещения, элемент сеточной батареи
biasing battery	батарея смещения, сеточная батарея
bichromate battery	(первичный) элемент с дихроматным раствором
buffer battery	буферная батарея
bypass battery	буферная батарея
C battery	батарея смещения, сеточная батарея
Clark battery	(ртутно-цинковый) элемент Кларка
cadmium normal battery	(ртутно-кадмиевый) нормальный элемент Вестона
cadmium-silver-oxide battery	оксидно-кадмиевый гальванический элемент
carbon battery	(первичный) элемент с угольным электродом
carbon-zinc battery	(сухой) элемент с цинковым анодом и угольным катодом
cell	элемент, ячейка, гальванический элемент (первичный элемент, аккумулятор или топливный элемент)
chemical battery	батарея химических источников тока
chargeable battery	перезаряжаемый элемент
cooper-zinc battery	медно-цинковый элемент
counter (electromotive) battery	противодействующий элемент
Daniel battery	(медно-цинковый) элемент Даниеля
decomposition battery	элемент с (побочной) реакцией электролитического разложения
dichromate battery	(первичный) элемент с дихроматным раствором
displacement battery	элемент с (побочной) реакцией электролитического замещения
divalent silver oxide battery	элемент с оксидированием серебра до двухвалентного состояния
double-fluid battery	двухжидкостный элемент
drum storage	батарея никель-цинковых аккумуляторов
dry battery	сухой элемент
dry battery	сухая батарея
dry-charged battery	батарея сухозаряженных аккумуляторов
dry-charged battery	сухозаряженный аккумулятор

Edison battery	никель-железный аккумулятор
electric battery	гальваническая батарея (батарея первичных элементов, аккумуляторов или топливных элементов)
electric battery	гальванический элемент (первичный элемент), аккумулятор или топливный элемент
emergency batteries	батареи аккумуляторов аварийного питания
emergency battery	батарея аварийного питания
end batteries	запасные аккумуляторные батареи
Faradey battery	ячейка Фарадея
Faure storage battery	батарея аккумуляторов с пастированными пластинами
filament battery	батарея накала
floating battery	запасная батарея аккумуляторов (включаемая параллельно основной батарее)
Grenet battery	(дихроматно-цинковый) элемент Грене
galvanic battery	электрохимическая ячейка в режиме гальванического элемента
grid battery	сеточная батарея, батарея смещения
grid-bias battery	батарея смещения, сеточная батарея
Lalande battery	(щелочной оксидмедно-цинковый) элемент Лаланда
Leclanche battery	(марганцево-цинковый) элемент Лекланше
lead (-acid) battery	кислотный (свинцовый) аккумулятор
lead-acid (lead-storage) battery	батарея свинцовых (кислотных) аккумуляторов
lead-calcium battery	свинцово-кальциевый элемент
lead-dioxide primary battery	первичный элемент из диоксида свинца
line battery	буферная батарея
lithium battery	элемент с литиевым анодом
lithium-iron sulfide secondary battery	хлориджелезно-литиевый аккумулятор
lithium-silver chromate battery	хроматосеребряно-литиевый элемент
lithium-water battery	водно-литиевый элемент
long wet-stand life battery	батарея аккумуляторов с длительным сроком хранения в залитом состоянии
magnesium battery	первичный элемент с магниевым анодом
magnesium mercuric oxide battery	магниевая-оксид-ртутная батарея
magnesium-cuprous chloride battery	хлоридмедно-магниевый элемент
magnesium-silver chloride battery	хлоридсеребряно-магниевый элемент
magnesium-water battery	водно-магниевый элемент
mercury battery	(сухой) ртутно-цинковый элемент
mercury battery	батарея (сухих) ртутно-цинковых элементов
metal-air storage battery	воздушно-металлический аккумулятор
nicad (nickel-cadmium) battery	батарея никель-кадмиевых аккумуляторов
nickel-cadmium battery	никель-кадмиевый аккумулятор
nickel-iron battery	никель-железный аккумулятор
nickel-iron battery	батарея никель-железных аккумуляторов

Plante battery	свинцовый (кислотный) аккумулятор с полотняным сепаратором
pilot battery	контрольный аккумулятор батареи
plate battery	анодная батарея
plug-in battery	сменная батарея
portable battery	переносная батарея
primary battery	(первичный) элемент
primary battery	батарея (первичных) элементов
quiet battery	микрофонная батарея
Ruben battery	(сухой) ртутно-цинковый элемент
rechargeable battery	батарея аккумуляторов
rechargeable battery	батарея перезаряжаемых элементов
reserve battery	гальванический элемент резервной батареи
ringing battery	вызывная (телефонная) батарея
sal-ammoniac battery	(первичный) элемент с растворами солей аммония
saturated standard battery	насыщенный нормальный элемент
sealed battery	герметичный аккумулятор
sealed battery	герметичный (первичный) элемент
secondary battery	батарея аккумуляторов
signaling battery	вызывная (телефонная) батарея
silver-cadmium storage battery	батарея серебряно-кадмиевых аккумуляторов
silver-oxide battery	(первичный) элемент с серебряным катодом

silver-zinc primary battery	серебряно-цинковый первичный элемент
silver-zinc storage battery	батарея серебряно-цинковых аккумуляторов
solar battery	солнечная батарея
standard Daniel battery	(медно-цинковый) нормальный элемент Даниеля
standby battery	батарея аварийного питания
stationary battery	стационарная батарея аккумуляторов
storage battery	батарея аккумуляторов
talking battery	микрофонная батарея
Voltaic battery	элемент Вольта; элемент с металлическими электродами и жидким электролитом
Weston (standard) battery	(ртутно-кадмиевый) нормальный элемент Вестона
wet battery	элемент с жидким электролитом
zinc-air battery	батарея воздушно-цинковых элементов
zinc-chlorine battery	хлорно-цинковый аккумулятор
zinc-coper-oxide battery	оксидмедно-цинковый элемент
zinc-iron battery	железоцинковый элемент
zinc-manganese dioxide battery	батарея марганцево-цинковых элементов
zinc-mercury-oxide battery	оксидртутно-цинковый элемент
zinc-nickel battery	батарея никель-цинковых аккумуляторов
zinc-silver-chloride primary battery	хлоридсеребряно-цинковый первичный элемент

Список литературы

1. **Кауфман М., Сидман. А.Г.**
   Практическое руководство по расчетам схем в электронике. Справочник. В 2-х т.: Пер. с англ./Под ред. Ф.Н. Покровского.
   М.: Энергоатомиздат, 1991. 368 с.
2. **Терещук Р.М. и др.**
   Малогабаритная аппаратура. Справочник радиолюбителя.
   К.: Наукова думка, 1975. 557 с.
3. **Сена Л.А.**
   Единицы физических величин и их размерности.
   Учебно-справочное руководство. 3-е изд., перераб. и доп.
   М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 432 с.
4. **Деордиев С.С.**
   Аккумуляторы и уход за ними.
   К.: Техника, 1985. 136 с.
5. **Электротехнический справочник.**
   В 3-х т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства/под общ. ред. профессоров МЭИ (гл. ред. И. Н. Орлов) и др. 7 изд. 6 испр. и доп.
   М.: Энергоатомиздат, 1986. 712 с.
6. **Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы.**
   Справочник. Под ред.С.В.Якубовского.
   М.: Радио и связь, 1990. 496 с.
7. **Семушкин С.**
   Источники тока и их применение. «Радио», 1978. №2, 3.
8. **Векслер Г.С.**
   Расчет электропитающих устройств.
   К.: Техника, 1978. 208 с.
9. **Лисовский Ф.В., Калугин И.К.**
   Англо-русский словарь по радиоэлектронике. 2-е изд., перераб. и доп. Ок. 63000 терминов.
   М.: Рус. яз., 1987.
10. **Багоцкий В.С., Скундин А.М.**
    Химические источники тока.
    М.: Энергоиздат, 1981.360 с.
11. **Кромптон Т.**
    Первичные источники тока.
    М.: мир, 1986. 326 с.

ГЛАВА 1

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА ОДНОРАЗОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Гальванические источники тока одноразового действия представляют собой унифицированный контейнер, в котором находятся электролит, абсорбируемый активным материалом сепаратора, и электроды (анод и катод), поэтому они называются сухими элементами. Этот термин используется применительно ко всем элементам, не содержащим жидкого электролита. К обычным сухим элементам относятся углеродно-цинковые элементы или элементы Лекланше [1].

Leclanche

Сухие элементы применяются при малых токах и прерывистых режимах работы. Поэтому такие элементы широко используются в телефонных аппаратах, игрушках, системах сигнализации и др.

Поскольку спектр приборов, в которых используются сухие элементы, весьма широк и, кроме того, требуется их периодическая замена, существуют нормы на их габариты [1]. Следует подчеркнуть, что габариты элементов, приведенные в табл. 1.1 и 1.2, выпускаемые различными изготовителями могут несколько отличаться в части расположения выводов и других особенностей, оговоренных в их спецификациях.

Dry

В процессе разряда напряжение сухих элементов падает от номинального до напряжения отсечки*, т.е. обычно от 1,2 В до 0,8 В/элемент в зависимости от особенностей применения. В случае разряда при подключении к элементу постоянного сопротивления после замыкания цепи напряжение на его выводах резко уменьшается до некоторой величины, несколько меньшей исходного напряжения. Ток, протекающий при этом, называется начальным током разряда.

Функциональные возможности сухого элемента зависят от потребления тока, напряжения отсечки и условий разряда. Эффективность элемента повышается по мере уменьшения тока разряда. Для сухих элемен-

Таблица 1.1.

Габариты цилиндрических и кнопочных гальванических элементов

Обозначение габаритов	Диаметр, мм	Высота, мм
Цилиндрические		
AAAA	8,2	40,2
AAA	10,5	44,5
AA	14,5	50,5
C	26,2	50,0
D	34,2	61,5
F	33,5	91,0
Кнопочные		
M5	7,86	3,56
M8	11,70	3,30
M15	11,70	5,34
M20	15,70	6,10
M30	16,00	11,10
M40	16,00	16,80

Таблица 1.2.

Габариты плоских гальванических элементов

Обозн. габаритов	Длина, мм	Высота, мм	Ширина, мм
F15	14,2	3,02	14,0
F20	23,9	3,02	14,0
F25	22,6	5,85	22,6
F30	31,8	3,30	21,4
F40	31,8	5,35	21,4

* напряжение отсечки – минимальное напряжение, при котором батарея способна отдавать минимальную энергию.

тов непрерывный разряд за время меньше 24 ч может быть отнесен к категории разряда с высокой скоростью.

Электрическая емкость сухого элемента оговаривается для разряда через фиксированное сопротивление при заданном конечном напряжении в часах в зависимости от начального разряда и представляется графиком или таблицей. Целесообразно использовать график или таблицу изготовителя для конкретной батареи. Это обусловлено не только необходимостью учета особенностей изделия, но и тем, что каждый изготовитель дает свои рекомендации по наилучшему использованию его продукции. В табл. 1.3 и табл. 1.5 представлены технические характеристики гальванических элементов, наиболее распространенных в последнее время на прилавках наших магазинов.

Таблица 1.4.

Токи вспышки и внутренние сопротивления гальванических элементов

Обозначение элемента	Постоянный ток		Переменный ток	
	Ток вспышки, А	Внутреннее сопротивление, Ом	Ток вспышки, А	Внутреннее сопротивление, Ом
AAA	4,3	0,34	5,5	0,25
AA (ОН)	5,3	0,27	9,6	–
AA (Ф)	7,8	0,19	–	–
C (ОН)	5,7	0,25	12	0,11
C (Ф)	6,9	0,21	–	–
D (ОН)	7,2	0,2	20	0,07
D (Ф)	11,6	0,13	–	–
F	9,6	0,15	30	0,05

Таблица 1.3.

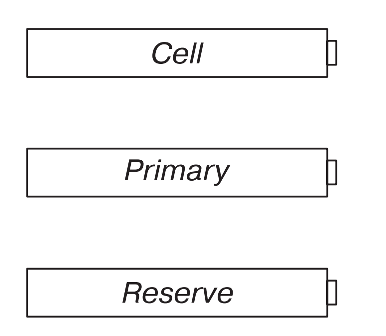
Параметры гальванических элементов

Тип	Начальное напряжение, В	Гарантийный срок хранения, мес.	Продолжительность работы не менее, ч	Сопротивление внешней цепи, Ом	Конечное напряжение, В	Продолжительность работы не менее, ч	Сопротивление внешней цепи, Ом	Конечное напряжение, В	Периодичность циклов разряда	Диаметр, мм	Высота, мм	Масса, г	Объем, см³
Сухие марганцево-цинковые элементы с солевым электролитом													
283	1,48	3	8	200	1	30	300	0,9	12 час/день	10,5	22	5	1,9
286	1,48	3	16	200	1	48	300	0,9	12 час/день	10,5	44,5	10	3,9
314	1,52	6	38	200	1	60	300	0,9	12 час/день	14,5	38	15	6,3
316	1,52	9	48	200	1	100	300	0,9	12 час/день	14,5	50,5	20	8,3
326	1,52	9	75	200	1	150	300	0,9	12 час/день	16	50,5	25	10,2
332	1,40	6	4,8	20	0,85	1,33	5	0,75	5 мин/день	21,5	37,3	30	13,5
336	1,40	6	7	20	0,85	2,83	5	0,75	10 мин/день	21,5	60	45	21,8
343	1,55	18	9	20	0,85	3,33	5	0,75	10 мин/день	26,2	50	50	27,0
373	1,55	18	28	20	0,85	11,5	5	0,75	30 мин/день	34,2	61,5	115	56,5
374	1,55	18	35	20	0,85	12	5	0,75	30 мин/день	34,2	75	130	68,9
376	1,55	18	45,5	20	0,85	18,6	5	0,75	30 мин/день	34,2	91	165	83,6
425	1,48	15	100	20	0,85	–	–	–	–	40	100	235	125,7
465	1,50	18	340	20	0,85	–	–	–	–	51	125	502	255,4
Сухие марганцево-цинковые и воздушно-цинковые элементы со щелочным электролитом													
A-314	1,38	6	25	200	0,85	1,8	5	0,75	5 мин/день	14	38	15	5,8
A-316	1,50	9	45	200	0,85	3,9	5	0,75	10 мин/день	14	50	20	7,7
A-332	1,38	6	15	200	0,85	1,5	5	0,75	5 мин/день	20	37	30	11,6
A-336	1,38	6	40	200	0,85	3,7	5	0,75	10 мин/день	20	58	45	18,2
A-343	1,53	12	50	200	0,85	6,7	5	0,75	10 мин/день	26	49	65	26,0
A-373	1,53	12	100	200	0,85	23	5	0,75	30 мин/день	34	61,5	115	55,8
Сухая воздушно-цинковая батарея со щелочным электролитом													
6F22	9	9	60	730	5,4	75	900	5,6	4 час/день	26 x 16 x 49		40	20,4

Таблица 1.5.

Арт. №	Тип элемента	Номинальное напряжение, В	Высота, мм	Диаметр, мм	Вес, г	Срок хранения, мес	Продолжительность работы не менее, ч	Сопротивление внешней цепи, Ом	Конечное напряжение, В	Периодичность циклов разряда	Фирма-изготовитель	Примечание
Параметры импортных гальванических элементов с солевым и щелочным электролитом												
9004	6F22	9	26 x 17,5 x 50		40	9	24	620	5,4	1 час/день	Swan	EHD
163	6F22	9	26 x 17,5 x 50		40	9	24	620	5,4	2 час/день	White Elephant	–
263	6F22	9	26 x 17,5 x 50		40	9	24	620	5,4	2 час/день	White Elephant	MJ
9101	4R25	6	67 x 67 x 115		550	12	8	8,2	3,6	0,5 час/день	Swan	–
9008	R03	1,5	44,5	10,5	9	9	0,42	3,9	0,9	5 мин/день	Swan	EHD
7905	R03	1,5	44,5	10,5	9	9	0,42	3,9	0,9	5 мин/день	Swan	HP
7885	R03	1,5	44,5	10,5	9	9	0,42	3,9	0,9	5 мин/день	Swan	HQ
7791	LR03	1,5	44,5	10,5	10	12	10,5	20	0,9	непр.	White Elephant	ALC
9003	R6	1,5	50,5	14,5	19	12	4	10	0,9	1 час/день	Swan	EHD
5853	R6	1,5	50,5	14,5	19	12	4	10	0,9	1 час/день	Swan	HP
5867	R6	1,5	50,5	14,5	17	12	4	10	0,9	1 час/день	Swan	HQ
9006	R6	1,5	50,5	14,5	17	12	4	10	0,9	2 час/день	Swan	EHD
625	R6	1,5	50,5	14,2	15	9	25	75	0,9	4 час/день	White Elephant	–
5631	R6	1,5	50,5	14,5	15	9	25	75	0,9	4 час/день	White Elephant	PJ
5883	R6	1,5	50,5	14,5	17	9	40	75	0,9	4 час/день	S & WE	HC
5791	LR6	1,5	50,5	14,5	23	12	8	10	0,9	непр.	White Elephant	ALC
5905	LR6	1,5	50,5	14,5	23	12	8	10	0,9	непр.	White Elephant	ALC
9009	R14	1,5	50	26,2	50	12	8	6,8	1	1 час/день	Swan	EHD
2907	R14	1,5	50	26,2	50	12	8	6,8	1	1 час/день	Swan	HP
623	R14	1,5	50	26,2	40	9	112	75	0,9	4 час/день	White Elephant	–
2624	R14	1,5	50	26,2	45	9	112	75	0,9	4 час/день	White Elephant	MJ
2622	R14	1,5	50	26,2	40	9	112	75	0,9	4 час/день	White Elephant	PJ
9001	R20	1,5	61,5	34,2	105	18	12	3,9	1	1 час/день	Swan	EHD
1881	R20	1,5	61,5	34,2	105	18	12	3,9	1	1 час/день	Swan	HP
1851	R20	1,5	61,5	34,2	105	18	12	3,9	1	1 час/день	Swan	HQ
9002	R20	1,5	61,5	34,2	105	18	12	3,9	1	1 час/день	S & WE	EHD
621	R20	1,5	61,5	34,2	85	12	124	39	0,9	4 час/день	White Elephant	–
1624	R20	1,5	61,5	34,2	100	12	124	39	0,9	4 час/день	White Elephant	MJ
1622	R20	1,5	61,5	34,2	85	12	124	39	0,9	4 час/день	White Elephant	PJ
1803	R20	1,5	61,5	34,2	95	12	124	39	0,9	4 час/день	S & WE	HQ

Внутреннее сопротивление батареи может ограничивать необходимый ток, например, при использовании в фотовспышке. Начальный стабильный ток, который может кратковременно давать батарея, называется током вспышки. В обозначении типа элемента присутствуют буквенные обозначения, которым соответствуют токи вспышки и внутреннее сопротивление элемента, измеренные на постоянном и переменном токе (табл. 1.4 [1]). Ток вспышки и внутреннее сопротивление весьма сложны для измерений, причем элементы могут иметь длительный срок хранения, но при этом ток вспышки может уменьшаться.



1.1. ТИПЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Угольно-цинковые элементы

Угольно-цинковые элементы (марганцево-цинковые) являются самыми распространенными сухими элементами. В угольно-цинковых элементах используется пассивный (угольный) коллектор тока в контакте с анодом из двуокиси марганца (MnO_2), электролит из хлорида аммония и катодом из цинка. Электролит находится в пастообразном состоянии или пропитывает пористую диафрагму. Такой электролит мало подвижен и не растекается, поэтому элементы называются сухими.

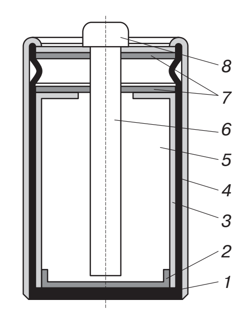


Рис. 1.1. **Строение угольно-цинкового гальванического элемента**

1 – катод;
2 – вкладыш;
3 – диафрагма;
4 – футляр;
5 – электролит;
6 – угольный стержень;
7 – шайба;
8 – анод.

Номинальное напряжение угольно-цинкового элемента составляет 1,5 В.

Сухие элементы могут иметь цилиндрическую, рис. 1.1, дисковую рис. 1.2 и прямоугольную форму. Устройство прямоугольных элементов аналогично дисковым. Цинковый анод выполнен в виде цилиндрического стакана, одновременно являющимся контейнером. Дисковые элементы состоят из цинковой пластины, картонной диафрагмы, пропитанной раствором электролита, и спрессованного слоя положительного электрода. Дисковые элементы последовательно соединяют друг с другом, полученную батарею изолируют и упаковывают в футляр.

Угольно-цинковые элементы «восстанавливаются» в течение перерыва в работе. Это явление обусловлено постепенным выравниванием локальных неоднородностей в композиции электролита, возникающих в процессе разряда. В результате периодического «отдыха» срок службы элемента продлевается.

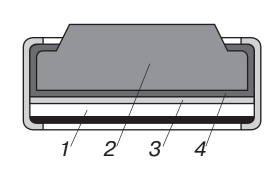


Рис. 1.2. **Строение дискового сухого элемента**

1 – цинковый электрод;
2 – электролит;
3 – диафрагма;
4 – прокладка.

На рис. 1.3 представлена трехмерная диаграмма, показывающая увеличение продолжительности работы D-элемента при использовании прерывистого режима работы в сравнении с постоянным. Это следует учитывать при интенсивной эксплуатации элементов (и использовать несколько комплектов для работы с тем, чтобы один комплект имел достаточный период времени для восстановления работоспособности. Например, при эксплуатации плеера не рекомендуется использовать один комплект батареек более двух часов подряд. При смене двух комплектов продолжительность работы элементов увеличивается в три раза.

Достоинством угольно-цинковых элементов является их относительно низкая стоимость. К существенным недостаткам следует отнести значительное снижение напряжения при разряде, невысокую удельную мощность (5...10 Вт/кг) и малый срок хранения.

Низкие температуры снижают эффективность использования гальванических эле-

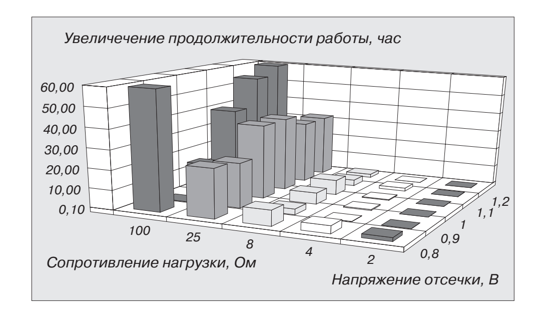


Рис. 1.3. **Сравнительная диаграмма прерывистого и непрерывного режимов работы D-элементов**

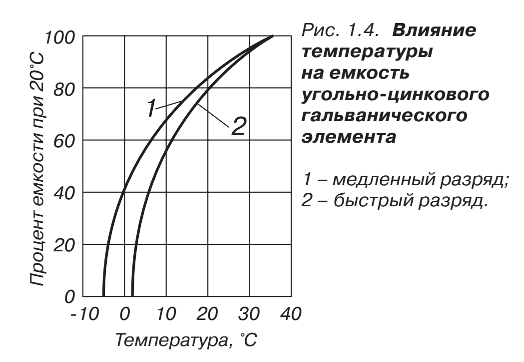


Рис. 1.4. ***Влияние температуры на емкость угольно-цинкового гальванического элемента***

1 – медленный разряд;
2 – быстрый разряд.

ментов, а внутренний разогрев батареи его повышает. Влияние температуры на емкость гальванического элемента показана на рис. 1.4. Повышение температуры вызывает химическую коррозию цинкового электрода водой, содержащейся в электролите, и высыхание электролита. Эти факторы удается несколько компенсировать выдержкой батареи при повышенной температуре и введением внутрь элемента, через предварительно проделанное отверстие, солевого раствора.

Щелочные элементы

Как и в угольно-цинковых, в щелочных элементах используется анод из MnO_2 и цинковый катод с разделенным электролитом.

Отличие щелочных элементов от угольно-цинковых заключается в применении щелочного электролита, вследствие чего газовыделение при разряде фактически отсутствует, и их можно выполнять герметичными, что очень важно для целого ряда их применений.



Напряжение щелочных элементов примерно на 0,1 В меньше, чем угольно-цинковых, при одинаковых условиях. Следовательно, эти элементы взаимозаменяемы.



Напряжение элементов со щелочным электролитом изменяется значительно меньше, чем у элементов с солевым электролитом. Элементы со щелочным электролитом также имеют более высокие удельную энергию (65...90 Втч/кг), удельную мощность (100...150 кВтч/м^3) и более длительный срок хранения.

Зарядка марганцево-цинковых элементов и батарей

Производится асимметричным переменным током. Заряжать можно элементы с солевым или щелочным электролитом любой концентрации, но не слишком разряженные и не имеющие повреждений цинковых электродов. В пределах срока годности, установленного для данного типа элемента или батареи, можно производить многократное (6...8 раз) восстановление работоспособности [2].

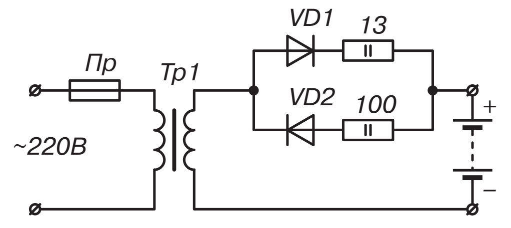


Рис. 1.5. ***Схема зарядного устройства элемента***

Зарядка сухих батарей и элементов производятся от специального устройства, позволяющего получить зарядный ток необходимой формы: при соотношении зарядной и разрядной составляющей 10:1 и отношении длительности импульсов этих составляющих 1:2. Это устройство позволяет заряжать батарейки для часов и активизировать старые малогабаритные аккумуляторы. При зарядке батареек для часов, зарядный ток не должен превышать 2 мА. Время заряда не более 5 часов. Схема такого устройства для зарядки батарей показана на рис. 1.5.

Здесь заряжаемая батарея включена через две параллельно включенные цепочки диодов с резисторами. Асимметричный ток заряда получается вследствие различия сопротивлений резисторов. Окончание заряда определяется по прекращению роста напряжения на батарее. Напряжение вторичной обмотки трансформатора зарядного устройства выбирается так, чтобы выходное напряжение превышало номинальное напряжение элемента на 50...60%.

Время заряда батарей с помощью описанного устройства должно быть порядка 12...16 часов. Зарядная емкость должна быть примерно на 50% больше номинальной емкости батареи.

Таблица 1.6.

Параметры ртутно-цинковых элементов

Тип	Начальные характеристики			Условия разряда		Δt°C		Гарантийная сохранность, мес.	Диаметр, мм	Высота, мм	Масса, г
	Напряжение, В	Сопротивление внешней цепи, Ом	Емкость, Ач	Продолжительность, ч	Сопротивление внешней цепи, Ом	от °С	до °С				
РЦ15	1,25	–	0,03	–	4150	0	50	24	6,3	6,0	8,5
РЦ17	1,25	–	0,10	–	3800	0	50	31	5,5	24,5	2,4
РЦ31	1,25	–	0,07	–	12500	0	50	12	11,5	3,6	1,3
РЦ32	1,25	300	0,10	1,5	100	0	50	9	10,9	3,6	1,4
РЦ53	1,25	120	0,30	24,0	120	0	50	18	15,6	6,3	4,6
РЦ53У	1,25	120	0,18	24,0	120	0	50	60	15,6	6,3	4,6
РЦ55	1,22	120	0,55	50,0	120	0	50	36	15,6	12,5	9,5
РЦ57	1,25	60	0,85	50,0	60	0	50	18	16,6	17,8	17,0
РЦ59	1,26	20	3,00	50,0	20	0	50	12	16,0	50,0	44,0
РЦ63	1,25	60	0,65	27,0	60	0	50	24	21,0	7,4	11,0
РЦ65	1,22	60	1,10	53,0	60	0	50	36	21,0	13,0	18,1
РЦ73	1,25	40	1,10	32,0	40	0	50	24	25,5	8,4	17,2
РЦ75	1,22	40	1,80	55,0	40	0	50	36	25,5	13,5	27,0
РЦ82Т	1,25	25	1,50	35,0	25	0	70	24	30,1	9,4	30,0
РЦ83	1,25	25	1,80	35,0	25	0	50	24	30,1	9,4	28,2
РЦ83Х	1,25	25	1,50	35,0	25	-30	50	18	30,1	9,4	25,3
РЦ84	1,22	25	2,50	12,0	10	0	70	18	30,1	14,0	45,0
РЦ85	1,22	25	2,80	55,0	25	0	50	36	30,1	14,0	39,5
РЦ85Х	1,22	25	2,50	12,0	10	-30	50	18	30,1	14,0	39,5
РЦ93	1,25	–	13,60	–	4	0	50	36	30,6	60,8	170,0
РЦ93Ц	1,25	–	12,40	55,0	25	0	50	63	30,5	60,8	170,0

Ртутные элементы

Ртутные элементы очень похожи на щелочные элементы. В них используется оксид ртути (HgO). Катод состоит из смеси порошка цинка и ртути. Анод и катод разделены сепаратором и диафрагмой, пропитанной 40% раствором щелочи.

Эти элементы имеют длительные сроки хранения и более высокие емкости (при том же объеме). Напряжение ртутного элемента примерно на 0,15 В ниже, чем у щелочного.



Ртутные элементы отличаются высокой удельной энергией (90...120 Втч/кг, 300...400 кВтч/м^3), стабильностью напряжения и высокой механической прочностью.

Для малогабаритных приборов созданы модернизированные элементы типов РЦ-31С, РЦ-33С и РЦ-55УС. Удельная энергия элементов РЦ-31С и РЦ-55УС – 600 кВтч/м^3, элементов РЦ-33С – 700 кВтч/м^3. Элементы РЦ-31С и РЦ-33С применяются для питания ручных часов и другой аппаратуры. Элементы РЦ-55УС предназначены для медицинской аппаратуры, в частности для вживляемых медицинских приборов.

Элементы РЦ-31С и РЦ-33С работают 1,5 года при токах соответственно 10 и 18 мкА, а элемент РЦ-55УС обеспечивает работу вживляемых медицинских приборов в течение 5 лет. Как следует из табл. 1.6, номинальная емкость этих элементов не соответствует их обозначению.

Ртутные элементы работоспособны в интервале температур от 0 до +50°С, имеются холодостойкие РЦ-83Х и РЦ-85У и теплостойкие элементы РЦ-82Т и РЦ-84, которые способны работать при температуре до +70°С. Имеются модификации элементов, в которых вместо цинкового порошка (отрицательный электрод) используются сплавы индия и титана.

Так как ртуть дефицитна и токсична, ртутные элементы не следует выбрасывать после их полного использования. Они должны поступать на вторичную переработку.

Таблица 1.7.

Параметры литиевых элементов											
Тип	Начальные характеристики			Гарантийная сохранность, мес.	Гарантийная работосп-ть, лет	Условия разряда		Диаметр, мм	Высота, мм	Масса, г	Зарубежный аналог
	Напряжение, В	Сопротивление внешней цепи, кОм	Емкость, мАч			Макс. имп. ток нагрузки, мА	Конечное напряжение, В				
МЛ2325	3	30	130	18	5…7	8	2,4	23	2,5	3,2	CR2325
ФЛ2325	3	30	180	18	5…7	8	2,4	23	2,5	3,0	CR2325
ФЛ2316	3	30	95	18	5…7	8	2,4	23	1,6	2,5	BR2016
ФЛ2016	3	30	70	18	5…7	8	2,4	20	1,6	1,8	BR2016
ФЛ2012	3	30	50	18	5…7	–	2,4	20	1,2	1,4	BR2016
ФЛ1616	3	30	40	18	5…7	–	2,4	16	1,6	1,0	BR1616

Серебряные элементы

Они имеют «серебряные» катоды из Ag_2O и AgO. Напряжение у них на 0,2 В выше, чем у угольно-цинковых при сопоставимых условиях [1].



Литиевые элементы

В них применяются литиевые аноды, органический электролит и катоды из различных материалов. Они обладают очень большими сроками хранения, высокими плотностями энергии и работоспособны в широком интервале температур, поскольку не содержат воды.

Так как литий обладает наивысшим отрицательным потенциалом по отношению ко всем металлам, литиевые элементы характеризуются наибольшим номинальным напряжением при минимальных габаритах (рис. 1.6). Технические характеристики литиевых гальванических элементов приведены в табл. 1.7.

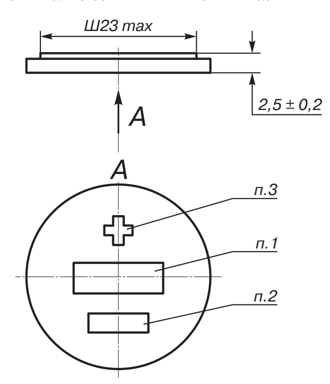


Рис. 1.6. **Габариты и маркировка литиевыхэлементов**
1 – тип элемента
2 – маркировка даты (месяц и год)
3 – знак «+»

В качестве растворителей в таких элементах обычно используются органические соединения. Также растворителями могут быть неорганические соединения, например, $SOCl_2$, которые одновременно являются реактивными веществами.

Ионная проводимость обеспечивается введением в растворители солей, имеющих анионы больших размеров, например: $LiAlCl_4$, $LiClO_4$, $LiBFO_4$. Удельная электрическая проводимость неводных растворов электролитов на 1...2 порядка ниже проводимости водных. Кроме того, катодные процессы в них обычно протекают медленно, поэтому в элементах с неводными электролитами плотности тока невелики.



К недостаткам литиевых элементов следует отнести их относительно высокую стоимость, обусловленную высокой ценой лития, особыми требованиями к их производству (необходимость инертной атмосферы, очистка неводных растворителей). **Следует также учитывать, что некоторые литиевые элементы при их вскрытии взрывоопасны.**

Такие элементы обычно выполняются в кнопочном исполнении с напряжением 1,5 В и 3 В. Они успешно обеспечивают питанием схемы с потреблением порядка 30 мкА в постоянном или 100 мкА в прерывистом режимах. Литиевые элементы широко применяются в резервных источниках питания схем памяти, измерительных приборах и прочих высокотехнологичных системах.

1.2. БАТАРЕЙКИ ВЕДУЩИХ ФИРМ МИРА

*Информация предоставлена фирмой **«Плутон»**, г. Киев*

В последние десятилетия возрос объем производства щелочных аналогов элементов Лекланше, в том числе воздушно-цинковых (см. табл. В1).

0% Mercury Cadmium

Так, например, в Европе производство щелочных марганцево-цинковых элементов стало развиваться в 1980 г., а в 1983 г. оно достигло уже 15% общего выпуска [10].

Использование свободного электролита ограничивает возможности применения автономных и в основном используется в стационарных ХИТ. Поэтому многочисленные исследования направлены на создание так называемых сухих элементов, или элементов с загущенным электролитом, свободных от таких элементов, как **ртуть и кадмий, которые представляют серьезную опасность для здоровья людей и окружающей среды.**

Такая тенденция является следствием преимуществ щелочных ХИТ в сравнении с классическими солевыми элементами:

- существенное повышение разрядных плотностей тока за счет применения пастированного анода;
- повышение емкости ХИТ за счет возможности увеличения закладки активных масс;
- создание воздушно-цинковых композиций (элементы типа 6F22) за счет большей активности существующих катодных материалов в реакции электровосстановления дикислорода в щелочном электролите [11].

Батарейки компании Duracell (США)

Фирма Duracell – признанный лидер в мире по производству щелочных гальванических источников одноразового действия. История фирмы насчитывает более 40 лет.

Сама фирма расположена в Соединенных Штатах Америки. В Европе ее заводы находятся в Бельгии. По мнению потребителей как у нас, так и за рубежом по популярности, продолжительности использования и соотношению цены и качества батарейки фирмы Duracell занимают ведущее место.



Рис. 1.7. ***Внешний вид батареек Duracell***

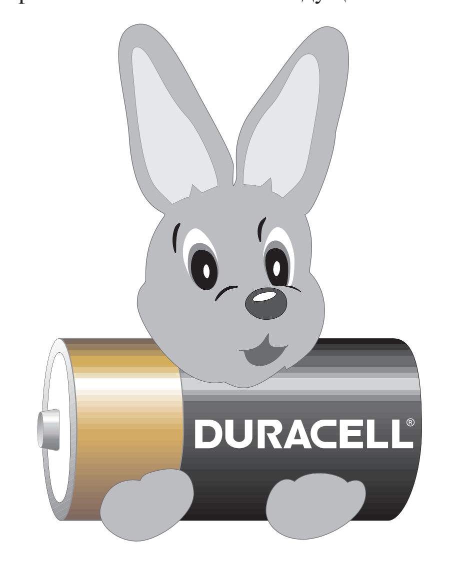


Таблица 1.8.

Основные параметры гальванических элементов компании Duracell

Тип Duracell	Между-народный стандарт	Система	Напря-жение, В	Номин. емкость, Ач	Гар. срок хранения, мес.	Диаметр, мм	Высота, мм	Вес, г
Элементы общего применения								
D/MN1300	LR20	Alkaline	1,5	18	60	34,2	61,5	141
C/MN1400	LR14	Alkaline	1,5	7,75	60	26,2	50	67
AA/MN1500	LR6	Alkaline	1,5	2,7	60	14,5	50,5	22
AAA/MN2400	LR03	Alkaline	1,5	1,175	60	10,5	44,5	11
Батареи общего применения								
9V/MN1604	6LR61	Alkaline	9	0,55	60	26,5	48,5	45
4,5V/MN1203	3LR12	Alkaline	4,5	5,4	60	62	67	149
Элементы и батареи для фотоаппаратуры								
DL123A	–	Litium	3	1,3	120	16,9	34,5	17
DL223A	–	Litium	6	1,3	120	34,5	36	38
DL245	–	Litium	6	1,3	120	34	45	40
PX28L	–	Litium	6	0,16	120	13	25,2	9,4
DL1/3N	–	Litium	3	0,16	120	11,6	10,8	3
DL2025	–	Litium	3	0,14	120	20	2,5	2,2
PX825	LR53	Alkaline	1,5	0,3	60	23	5,8	7,2
PX28	4SR44	Silver	6	0,13	30	13	25,2	12,4
Элементы для слуховых аппаратов								
DA675	PR44	Zinc/air	1,4	0,4	24	11,6	5,4	1,9
DA13	PR48	Zinc/air	1,4	0,17	24	7,9	5,4	0,9
DA312	PR41	Zinc/air	1,4	0,07	24	7,9	3,6	0,6
DA230/10	–	Zinc/air	1,4	0,05	24	5,8	3,6	0,3
Элементы для высокотехнологичных систем электроники								
D357H/10L14	SR44	Silver	1,5	0,17	24	11,6	5,4	2,2
D386	SR43	Silver	1,5	0,12	24	11,6	4,2	1,7
D389	SR54	Silver	1,5	0,08	24	11,6	3,1	1,3
D390	SR54	Silver	1,5	0,08	24	11,6	3,1	1,3
D391	SR55	Silver	1,5	0,048	24	11,6	2,1	0,9
D392	SR41	Silver	1,5	0,045	24	7,9	3,6	0,7
DL2016	–	Litium	3	0,07	120	20	1,6	1,8
DL2032	–	Litium	3	0,18	120	20	3,2	2,8
LR43	LR43	Alkaline	1,5	0,08	60	11,6	4,2	1,5
LR44	LR44	Alkaline	1,5	0,1	60	11,6	5,4	1,9
LR54	LR54	Alkaline	1,5	0,04	60	11,6	3	1,2
Элементы и батареи для пультов дистанционного управления								
MN21	–	Alkaline	12	0,03	60	10,6	28,5	7,6
7K67	–	Alkaline	6	0,5	60	35,6	48,3	34
MN9100	LR1	Alkaline	1,5	0,825	60	12	30,2	8,3

Появление Duracell на рынке Украины привлекло внимание наших потребителей.

Плотности разрядного тока в литиевых источниках не велики (по сравнению с другими ХИТ), порядка 1 мА/см^2 (см. стр.14). При **гарантированном сроке хранения 10 лет** и разряде малым током рационально использовать литиевые элементы Duracell в высокотехнологичных системах.

Запатентованная в США технология ***EXRA-POWER*** с применением двуокиси титана (TiO_2) и других технологических особенностей способствует повышению мощности и эффективности использования марганцево-цинковых ХИТ фирмы Duracell.

Внутри стального корпуса щелочных элементов «Duracell» расположен цилиндрический графитовый коллектор, в котором находится пастообразный электролит в контакте с игольчатым катодом.

Гарантированный срок хранения элементов 5 лет, и при этом – емкость элемента, указанная на упаковке, гарантируется в конце срока хранения.

Технические характеристики ХИТ фирмы Duracell приведены в табл. 1.8.

Батарейки концерна Varta (Германия)

Концерн Varta – один из мировых лидеров по производству ХИТ. 25 заводов концерна расположены в более чем 100 странах мира и выпускают более 1000 наименований аккумуляторов и батареек.

Основные производственные мощности занимает Департамент стационарных промышленных аккумуляторов. Однако порядка 600 наименований гальванических элементов от батареек для часов до герметичных аккумуляторов производятся на заводах концерна Департаментом приборных батарей в США, Италии, Японии, Чехии и т.д., при гарантии неизменного качества вне зависимости от географического расположения завода. В фотографической камере первого человека, ступившего на Луну, были установлены батарейки концерна Varta.



Они достаточно хорошо известны нашим потребителям и пользуются устойчивым спросом.

Технические характеристики ХИТ концерна Varta с указанием отечественных аналогов приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9.

Основные параметры гальванических элементов концерна Varta

Тип Varta	Тип	Напряжение, В	Номинальная емкость, Ач	Гарантийный срок хранения, мес.	Диаметр, мм	Высота, мм	Отечественный аналог
Quality							
1506	R6	1,5	0,82	24	14,5	50,5	316
1512	3R12	4,5	1,7	18	62 x 22 x 67		3336
1514	R14	1,5	2	24	26,2	50	343
1520	R20	1,5	4,7	24	34,2	61,5	373
Super							
2006	R6	1,5	0,96	24	14,5	50,5	316
2012	3R12	4,5	1,8	18	62 x 22 x 67		3336
2014	R14	1,5	2,3	24	26,2	50	343
2022	R20	1,5	5,4	24	34,2	61,5	373
Longlife							
3006	R6	1,5	1,1	24	14,5	50,5	316
3012	3R12	4,5	1,95	18	62 x 22 x 67		3336
3014	R14	1,5	3,1	24	26,2	50	343
3020	R20	1,5	7,3	24	34,2	61,5	373
3022	6F22	9	0,4	18	26,5 x 17,5 x 48,5		Крона
Alkaline							
4001	R01	1,5	0,8	60	12	30,2	–
4003	R03	1,5	1,05	60	10,5	44,5	286
4006	R6	1,5	2,3	60	14,5	50,5	316
4014	R14	1,5	6,3	60	26,2	50	343
4018	R61JK	6	0,55	60	48,5 x 9,2 x 35,6		–
4020	R20	1,5	12	60	34,2	61,5	373
4022	6F22	9	0,55	60	26,5 x 17,5 x 48,5		Крона
4061	R61	1,5	0,55	60	8,2	40,2	–
4203 Photo V 2400 PX	R03	1,5	1,05	60	10,5	44,5	286
4206 Photo V 1500 PX	R06	1,5	2,3	60	14,5	50,5	316
4223	V23GA	12	0,033	60	10,3	28,5	–
Litium							
6131	CR1/3N	3	0,16	60	11,6	10,8	Блик-1
6203	2CR5	6	1,5	60	34 x 17 x 45		–
6204	CR-P2	6	1,3	60	35 x 19,5 x 36		–
6205	CR123	3	1,3	60	17	33,5	Блик-2
6231	V28PXL	6	0,16	60	13	25,1	2 Блик-1

ГЛАВА 2

АККУМУЛЯТОРЫ

Аккумуляторы являются химическими источниками электрической энергии многоразового действия. Они состоят из двух электродов (положительного и отрицательного), электролита и корпуса. Накопление энергии в аккумуляторе происходит при протекании химической реакции окисления-восстановления электродов. При разряде аккумулятора происходят обратные процессы. Напряжение аккумулятора – это разность потенциалов между полюсами аккумулятора при фиксированной нагрузке.

Для получения достаточно больших значений напряжений или заряда отдельные аккумуляторы соединяются между собой последовательно или параллельно в батареи. Существует ряд общепринятых напряжений для аккумуляторных батарей: 2; 4; 6; 12; 24 В.

Количество аккумуляторов, необходимое для укомплектования батареи при последовательном соединении, определяется по формуле:

N = Uп/Ua, где

N – число аккумуляторных батарей,
Uп – напряжение питания потребителя,
Ua – напряжение одного полностью заряженного аккумулятора.

Под отдаваемой емкостью следует понимать максимальное количество электричества в кулонах (ампер часах)*, которое аккумулятор отдает при разряде до выбранного конечного напряжения. В условном обозначении типа аккумулятора приводится номинальная емкость, т.е. емкость при нормальных условиях разряда (при разряде номинальным током и, обычно, при температуре 20°С).

Аккумуляторы следует выбирать по следующим параметрам:

- коэффициент отдачи – это отношение количества электричества в кулонах (Ач)* [3], отданного аккумулятором при полном разряде, к количеству электричества, полученному при заряде;
- коэффициент полезного действия аккумулятора – это отношение количества электричества, Кл (Ач)*, которое он отдает потребителю, разряжаясь до установленного предела для продолжения нормальной работы последнего, к количеству, полученному им при заряде, Кл (Ач)*.

Значение коэффициента полезного действия всегда меньше значения коэффициента отдачи.

Таблица 2.1.

Зависимость удельной энергии от температуры окружающей среды					
Аккумулятор	*Удельная энергия, Вт ч/кг, при температуре, °С*				*Влияние на аппаратуру и людей*
	20	*0*	*-20*	*-40*	
Свинцово-кислотный	*36*	*29*	*18*	*8*	*Наиболее вредны из всех аккумуляторов*
Кадмиево-никелевый, ламельный	*20*	*16*	*11*	*5*	*Менее вредны, чем кислотные*
Кадмиево-никелевый, безламельный	*38*	*33*	*26*	*19*	*Менее вредны, чем кислотные*
Железоникелевый	*18*	*13*	*9*	*–*	*Менее вредны, чем кислотные*
Серебряно-цинковый	*90*	*75*	*35*	*6*	*Наименее вредны из всех аккумуляторов*

* 1 Ач = 3600 Кл

Таблица 2.2.

Относительная стоимость 1 Втч энергии, получаемой от аккумуляторов	
Аккумулятор	Стоим.
Свинцово-кислотный	1
Кадмиево-никелевый, ламельный	3
Кадмиево-никелевый, безламельный	13
Железоникелевый	2
Серебряно-цинковый	15

При параллельном соединении аккумуляторов, т.е. при соединении между собой положительных и отрицательных полюсов всех элементов соответственно, можно составить батарею большой емкости с напряжением, равным номинальному напряжению одного аккумулятора и емкостью, равной сумме емкостей составляющих ее аккумуляторов.

Для облегчения выбора соответствующего потребителю энергии аккумулятора сравним некоторые характеристики.

Из табл. 2.1 [4] видно, что весовая удельная энергия серебряно-цинковых аккумуляторов в значительно большей степени зависит от температуры. Примерно так же зависит от температуры объемная удельная энергия аккумуляторов.

Очень важной характеристикой аккумуляторов является ориентировочная относительная стоимость 1 Втч энергии, полученной от различных типов аккумуляторов одинаковой емкости.

Как видно из табл. 2.2 дороже всего обходится энергия, получаемая от серебряно-цинковых и кадмиевых аккумуляторов, и дешевле от свинцово-кислотных, принятых в данном случае за единицу.

Характеристики наиболее распространенных типов аккумуляторов приведены в табл. 2.3 [1].

При выборе аккумуляторной батареи необходимо спрогнозировать режим работы, характер изменения нагрузки, диапазон изменения силы тока и напряжения, температуру окружающей среды и др.

Параметры наиболее распространенных типов аккумуляторов приведены в табл. 2.4.

Ограничимся рассмотрением следующих аккумуляторов:

- кислотных аккумуляторов, выполненных по традиционной технологии;
- стационарных свинцовых и приводных (автомобильных и тракторных);
- герметичных необслуживаемых аккумуляторов, герметичных никель-кадмиевых и кислотных «dryfit» A400 и A500 (желеобразный электролит).

Они удовлетворяют любые требования по емкости батарей от 0,3 до 200 Ач.

Таблица 2.3.

Характеристики наиболее распространенных типов аккумуляторов

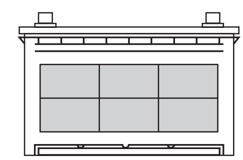
Тип элемента	Анод (+)	Катод (-)	Макс. напряжение, В	Макс. емкость, Ач/кг	Рабочее напряжение, В	Плотность энергии, Втч/кг	Запасаемая энергия, Втч/дм^3	Срок хранения, лет
Аккумуляторы								
Свинцово-кислотный	Pb	PbO_2	2,1	55	2	37	70	3
Железо-никелевый	Fe	NiO_x	1,5	195	1,2	29	65	5
Никель-кадмиевый	Cd	NiO_x	1,35	165	1,2	33	60	5
Серебряно-кадмиевый	Cd	AgO	1,4	230	1,05	55	120	6
Серебряно-цинковый	Zn	AgO	1,85	285	1,5	100	170	–
Цинк-NiO_x	Zn	NiO_x	1,75	185	1,6	55	110	–
Литиевый	Li	SO_2	2,9	100	2,8...2,2	100	250	4
Литиевый	Li	$SOCl_2$	3,6	120	3,5...3,0	140	300	6
Литиевый	Li	MoO_3	3,2	80	3-2,7	250	120	4
Литиевый	Li	MoS_2	2,4	190	1,8	50	140	10

2.1. КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Аккумулятор состоит из положительного и отрицательного электродов, раствора серной кислоты (27...39%-ный раствор) и сепаратора, разделяющего положительные и отрицательные пластины.

Батареи состоят из последовательно соединенных между собой секций (аккумуляторов). Номинальное напряжение каждого аккумулятора составляет 2 В. Обычно батареи состоят из трех (общее напряжение батареи 6 В) и шести аккумуляторов (общее напряжение батареи 12 В). Количество батарей в аккумуляторе обозначается N.

Применяются два типа электродов: поверхностные и пастированные. Поверхностный электрод состоит из свинцовой пластины, на поверхности которой электрохимическим способом формируется слой активной массы. Пастированные электроды подразделяются на решетчатые (намазные), коробчатые и панцирные.



В решетчатых (намазных) электродах активная масса удерживается в решетке из свинцово-сурьмяного сплава толщиной 1...4 мм. В коробчатых пластинах решетки с активной массой закрываются с двух сторон перфорированными свинцовыми листами.

Панцирные пластины состоят из свинцово-сурьмяных штырей, которые помещаются внутри пластмассовых перфорированных трубок, заполненных активированной массой. Для отрицательных электродов используются намазные и коробчатые пластины, для положительных – поверхностные, намазные и панцирные. В качестве сепараторов применяют микропористые пластины из вулканизированного каучука (мипор), поливинилхлорида (мипласт) и стекловолокна.

Свинцовые аккумуляторы обычно соединяют в батарею, которую помещают в моноблок из эбонита, термопласта, полипропилена, полистирола, полиэтилена, асфальтопековой композиции, керамики или стекла.

Одной из важнейших характеристик аккумулятора является срок службы или ресурс-наработка (число циклов). Ухудшение параметров аккумулятора и выход из строя обусловлены в первую очередь коррозией решетки и оползанием активной массы положительного электрода. Срок службы аккумулятора определяется в первую очередь типом положительных пластин и условиями эксплуатации.

Аккумуляторы и батареи имеют условное буквенно-цифровое обозначение. Первая цифра (для отечественных аккумуляторов) указывает число последовательно соединенных аккумуляторов. Так как номинальное напряжение свинцового аккумулятора равно двум вольтам, то номинальное напряжение аккумуляторной батареи равно числу последовательно соединенных элементов, умноженному на два.

Для некоторых аккумуляторов указываются климатическое исполнение и размещение. Например, стартерная батарея из шести аккумуляторов емкостью 55 Ач в моноблоке из эбонита и с сепаратором из стекловолокна имеет условное обозначение: батарея 6СТ-55ЭС, ГОСТ 959.0-79.

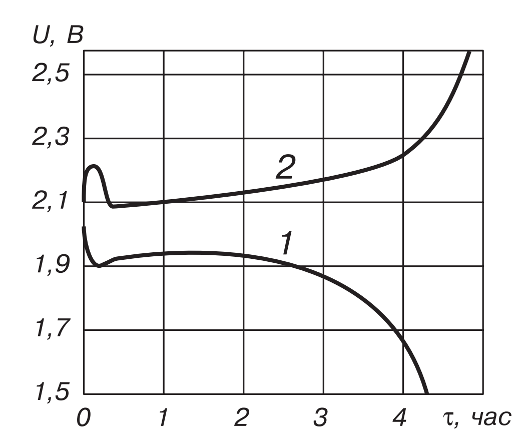


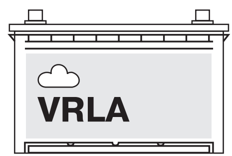
Рис. 2.1. **Кривые разряда и заряда свинцового аккумулятора**

Свинцовые аккумуляторы имеют высокие разрядные напряжения (рис. 2.1) и удельную мощность (до 100...150 Вт/кг) и относительно недороги. К основным их недостаткам следует отнести низкую удельную энергию и относительно малый ресурс.

Буква после первой цифры обозначает тип или назначение аккумулятора или батареи:

С	стационарные
СТ	стартерные
А	авиационные
В	вагонные

Совершенствование свинцовых аккумуляторов идет по пути изыскания новых сплавов для решеток (например свинцово-кальциевых), облегченных и прочных материалов корпусов (например, на основе сополимера пропилена и этилена), улучшения качества сепараторов.



Ниже рассматриваются герметичные свинцовые аккумуляторы, которые не требуют доливки воды при эксплуатации, не имеют газовыделения и кислотного тумана. В последние годы возникли новые сферы применения батарей. Речь идет о резервных источниках питания ЭВМ и систем, накапливающих энергию для возможных пиковых нагрузок.

2.1.1. СТАЦИОНАРНЫЕ СВИНЦОВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Предназначены для эксплуатации на постоянном месте или в условиях, исключающих перемещение аккумуляторов или машин, в которых они установлены. В большинстве выпускаемых аккумуляторов (типов С, СЗ, СК и СКЭ) положительными электродами служат поверхностные пластины, отрицательными – коробчатые пластины. Корпуса стационарных аккумуляторов изготавливают из стекла, эбонита и дерева (выложенного изнутри свинцом).

Параметры стационарных свинцовых аккумуляторов приведены в табл. 2.5.

Максимальный ток заряда аккумуляторов с N = 1 равен 9 А. Емкости и токи заряда и разряда для батарей аккумуляторов с соответствующим N можно найти, перемножив соответствующие значения, приведенные в табл. 2.5, на N аккумулятора. Саморазряд аккумуляторов не более 23% при хранении в течение 29 суток. Удельная энергия стационарных аккумуляторов составляет 10...12 Втч/кг. Гарантийный срок хранения 1 год. Гарантийный срок службы 4 года, наработка 200...1000 циклов.

Стационарные аккумуляторы с поверхностными пластинами содержат относительно большую долю свинца по отношению к активной массе. Большинство из них не имеет крышек, поэтому требуют частой заливки воды и хорошо вентилируемого помещения.

Таблица 2.4.

Параметры наиболее распространенных типов аккумуляторов

Параметр	Свинцовые (кислотные)	Железо-никелевый	Никель-кадмиевый	Никель-цинковые	Серебряно-цинковый	Серебряно-кадмиевый
Напряжение холостого хода	2,15	1,4	1,35	1,8	1,86	1,4
Напряжение под нагрузкой	1,75...1,9	1,1...1,3	1,1...1,3	1,5...1,7	1,3...1,5	1,1
Плотность энергии, Втч	12–14	16	18	40	60	30
Запасаемая энергия, Втч/см^3	25...30	16,6	30	54	54	42
Циклический срок службы (глубокие циклы)	1000	3000	1500	300	50	200
Характеристики при низкой температуре (отношение емкости при 0°С к емкости при 25°С, %)	60	35	65	40	35	50
Сохранение заряда при 25°С (до емкости 80%), мес	18	3	6	6	6	9
Сохранение заряда при 45°С (до емкости 80%), мес	6	1	1	1	1	2

Таблица 2.5.

Параметры стационарных аккумуляторов					
Параметр	СК-1	СКЭ-1, СЗ-1/СН-1		С-1, СК-1, СКЭ-1, СЗ-1/СН-1	
Режим разряда, ч	0,25	0,5	1	3	10
Ток разряда, А	32/40	25/30	18,5/20,0	9/10	3,6/4,0
Емкость, Ач	8/10	12,5/15,0	18,5/20,0	27/30	36/40
Наименьшее напряжение в конце разряда, В	1,75	1,75	1,8	1,75	1,8

Указанные недостатки устранены в стационарных аккумуляторах с намазными пластинами типа СН. Эти аккумуляторы собираются на заводах и имеют крышки.

Буквенные обозначения аккумулятора:

С	стационарный, длительный разряд
К	короткий разряд
З	закрытое исполнение
Э	эбонит (материал корпуса)

На базе аккумуляторов СН созданы аккумуляторы СНУ емкостью от 80 до 2240 Ач, обладающие повышенной механической прочностью. К стационарным также относятся автоблокировочные свинцовые аккумуляторы АБН-72-УХЛ2 и АБН-80-УХЛ2.

Аккумуляторы АБН применяются на железных дорогах для питания устройств автоблокировки, сигнализации, телемеханики и связи в стационарных условиях. Буква Н означает намазные пластины. Номинальная емкость указана для режима 25-часового разряда. Емкость при 12-часовом разряде составляет 85%, при 5-часовом разряде – 70% номинальной. Обозначение УХЛ-2 указывает на климатическое исполнение и категорию размещения [5].

2.1.2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Автомобильные аккумуляторы предназначены для обеспечения работы системы зажигания в стартерном режиме и при запуске двигателя внутреннего сгорания, а также служат источником питания аппаратуры, установленной на транспортном средстве.

Основные параметры отечественных автомобильных и тракторных стартерных батарей приведены в табл. 2.6.

На рис. 2.2 показаны схемы расположения выводов и перемычек, типы выводов и присоединительные размеры.

Таблица 2.6.

Основные параметры отечественных стартерных батарей					
Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, Ач, при режиме разряда		Количество электролита, л	Номинальный зарядный ток, А
		20-часовом	10-часовом		
3СТ-65	6	65	60	2,2	6,5
3СЕ-80	6	80	70	2,8	8
3СТ-95	6	95	84	3,3	9,5
3ТСТ-150	6	150	135	4,8	15
3СТ-215	6	215	195	7	21,5
6СТ-45	12	45	42	3	4,5
6ТСТ-50	12	50	45	3,5	5
6СТ-55	12	55	50	3,8	5,5
6СТ-60	12	60	54	3,8	6
6СТ-75	12	75	68	5	7,5
6ТСТ-82	12	82	75	5,4	8
6СТ-90	12	90	81	6	9
6СТМ-128	12	128	100	8	10
6СТ-132	12	132	120	8	13
6ТСТ-182	12	182	165	11,5	18
6СТ-190	12	190	170	12	19

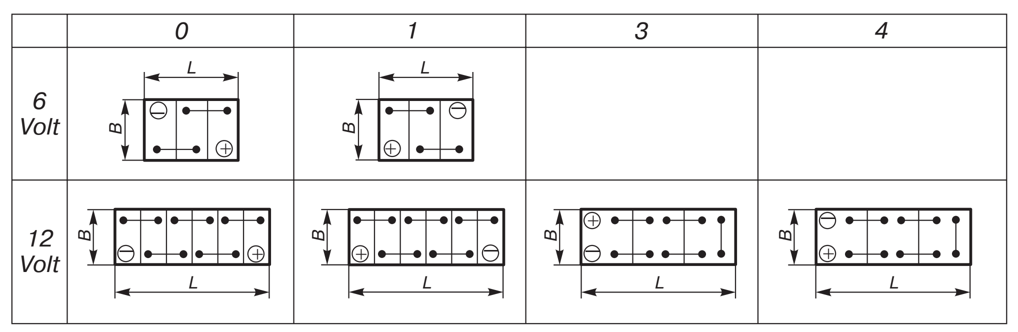


Рис. 2.2а **Расположение выводов и перемычек зарубежных аккумуляторов согласно DIN**

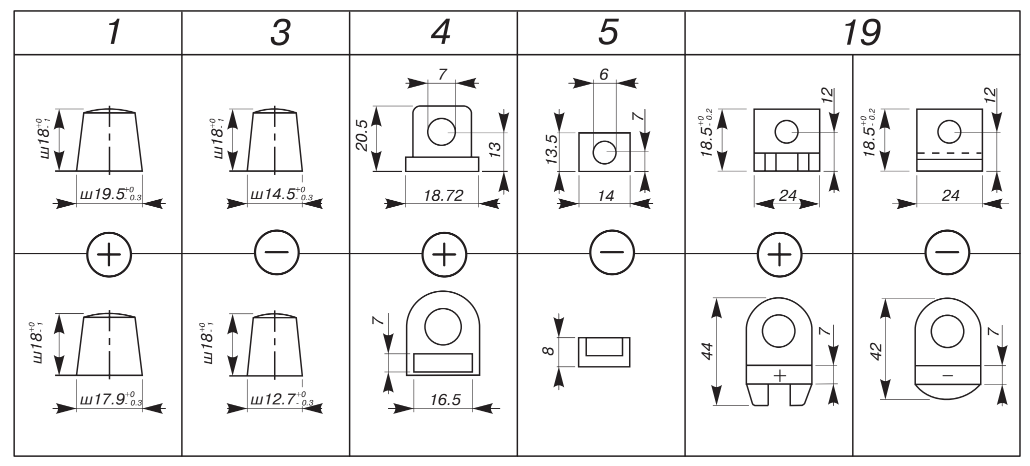


Рис. 2.2б **Типы выводов зарубежных аккумуляторов**

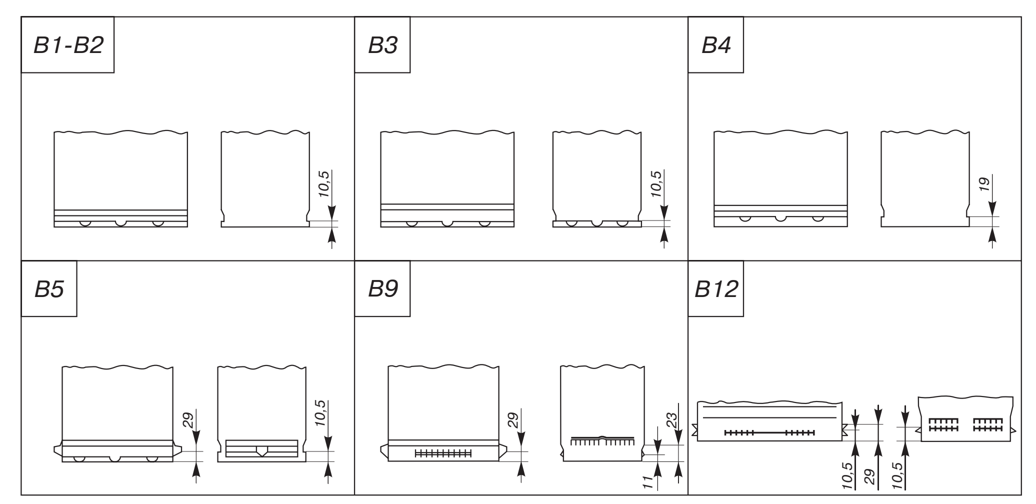


Рис. 2.2в **Присоединительные размеры зарубежных аккумуляторов**

Таблица 2.7.

Основные параметры импортных стартерных батарей

Стандарт DIN	Тип	Напряжение, В	Емкость, Ач	Ток КЗ при –18°С, А	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Располож. перемычек	Тип выводов	Типоразмер	Объем электролита, л
00414	3S2P	6	4	–	71	71	96	0	30	–	0,2
00714	3S3P	6	8	–	127	50	123	0	5	–	0,24
01214	3S4P	6	11	–	120	60	130	0	5	–	0,4
50313	6D2P	12	3	–	99	57	11	0	5	–	0,3
50411	6I2P	12	4	–	121,5	71	93	0	5	–	0,3
50512	6L2P	12	5	–	121	61	131	0	55	–	0,4
50611	6K3PS	12	6	–	138	61	131	0	5	–	0,4
50711	6M3P	12	8	–	137	76	134	1	5	–	0,6
06617	3AM5	6	68	270	190	171	187	0	1	–	2,6
07715	3AM6F	6	82	310	216	170	187	0	1	–	2,4
53524	170B20NX	12	35	170	197	127	225	1	3	–	2,8
53621	6AV4W	12	36	175	206	175	175	0	1	B4	3
53617	6AV4F	12	36	175	206	175	175	0	19	B3	3
53624	210L0	12	40	210	175	175	190	0	1	B1	2,3
54312	6AV5F	12	43	200	206	175	175	0	19	B3	2,9
54449	210L1X	12	43	210	207	175	190	1	1	B3	3
54434	230L1	12	44	230	207	175	190	0	1	B3	3
54577	21000	12	45	210	217	135	225	0	1	B1	3
54579	210E2X	12	45	210	217	135	225	1	1	B1	3
54584	210B24N	12	45	210	237	127	225	0	3	–	3,3
54551	210B24NX	12	45	210	237	127	225	1	3	–	3,3
54523	210B24	12	45	210	237	127	225	0	1	–	3,3
54524	210B24X	12	45	210	237	127	225	1	1	–	3,3
54533	6AV5W	12	45	220	241	175	175	0	1	B4	3,4
55042	220D20X	12	50	220	202	170	225	1	1	–	4,2
–	255L1	12	55	255	207	175	190	0	1	B3	3
–	255L1X	12	55	255	207	175	190	1	1	B3	3
55530	6ME5	12	55	255	242	175	190	0	1	B3	3,8
56049	6MC4RV	12	60	255	270	175	225	1	1	B12	5,1
56068	260D23	12	60	260	232	170	225	0	1	–	3,9
56069	260D23X	12	60	260	232	170	225	1	1	–	3,9
56216	320L2	12	60	320	242	175	190	0	1	B1	3,5
56318	6AV7	12	63	300	288	175	175	0	1	B4	4,2
56618	6ME6G	12	66	300	302	175	190	0	1	B3	4,2
57217	420L3	12	70	420	278	175	190	0	1	B1	3,9
57024	6B6	12	80	330	270	175	225	1	1	B12	4,3
58815	6ME8	12	88	395	381	175	190	0	1	B3	5,4
59217	440L5	12	92	440	381	175	190	0	1	B3	5
16016	3B11	6	160	600	330	174	236	0	1	–	6,1
58514	6MPX7S	12	90	400	304	175	205	1	1	B1	5,6
58817	6MPX7	12	90	400	304	175	205	0	1	B1	5,6
60026	6AT6	12	100	400	413	174	215	0	1	B1	5,8
59017	6EP450	12	100	450	329	175	215	0	1	B3	5,5
61023	6MD10	12	110	490	514	175	210	3	1	B3	8,3
62034	500A	12	120	500	513	189	223	3	1	–	9,7
61087	6ME10	12	120	500	510	175	225	4	1	B3	9,7
64323	6MD13	12	143	630	514	218	210	3	1	B3	10,3
64317	660B	12	155	660	513	223	223	3	1	–	11,7
64389	6ME13	12	155	660	510	218	225	4	1	B3	11,8
67018	800B	12	180	800	513	223	223	3	1	–	11
71014	900C	12	220	900	518	291	242	3	1	–	14,5

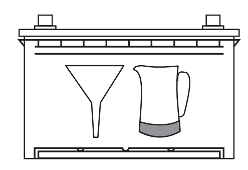
Таблица 2.8.

Рекомендуемые параметры регуляторов напряжения					
Климатический район	Ср. месячная температура в январе, °C	Время года	Номинальное напряжение, В	Напряжение регулятора, В при установке батареи	
				наружной	подкапотной
Холодный	От -50 до -15	Зима	6	7,3…7,7	7,1…7,5
			12	14,5…15,5	14,2…15,2
			24	29…31	–
		Лето	6	6,9…7,4	6,6…7,1
			12	13,8…14,8	13,2…14,2
			24	27…29	–
Умеренный	От -15 до -4	Круглый год	6	6,9…7,4	6,6…7,1
			12	13,8…14,8	13,2…14,2
			24	27…29	–
	От -15 до +4		6	6,6…7,1	6,5…7,0
			12	13,2…14,2	13,0…14,0
			24	26,0…28	–

В табл. 2.7 приведены параметры зарубежных аккумуляторов фирмы «Fiamm».

Гарантийный срок хранения не залитых раствором электролита батарей установлен 3 года, срок службы 2 года, наработка 2500...3000 часов. Батареи предназначены для работы при температуре от -35° до +60°C. Удельная энергия стартерных аккумуляторов составляет 30...40 Втч/кг.

Эксплуатация аккумуляторных батарей и уход за ними



При эксплуатации на автомашине аккумуляторные батареи разряжаются и автоматически дозаряжаются. Контроль заряда осуществляется регулятором напряжения и реле обратного тока. При исправном и хорошо отрегулированном регуляторе аккумуляторы ограждены от недозарядов и перезарядов, сокращающих их долговечность. Однако при этом требуется периодический контроль работы регулятора и перевод его на режим, соответствующий температурным и климатическим условиям.

При повреждении мастики, герметизирующей корпус аккумулятора, батарею следует разрядить и вылить электролит, для предотвращения взрыва гремучей смеси. Затем продуть сжатым воздухом, протереть и только после этого приступить к оплавлению мастики.

Следует проводить не реже одного раза в две недели:

- очищать батарею от пыли и грязи, протирать чистой ветошью, смоченной в 10%-ном растворе нашатырного спирта, углекислого натрия или кальцинированной соды, места, облитые электролитом.
- проверять крепление батареи в гнезде, плотность контактов на выводах, отсутствие натяжения проводов;
- очищенные наконечники проводов и выводов батарей смазать техническим вазелином;
- прочищать вентиляционные отверстия в пробках и крышках;
- проверять уровень электролита и доливать дистиллированной водой до нормы. Доливка электролитом не допустима за исключением случаев выплескивания его из батареи. Плотность доливаемого при этом электролита должна соответствовать плотности электролита в аккумуляторе.

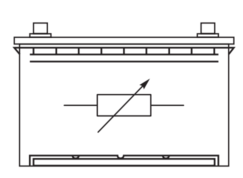
Таблица 2.9.

Рекомендуемые параметры для реле обратного тока			
Климат. район	Ср. мес. темп. в январе, °C	Время года	Напряжение реле, В
Холодная	от -50	Зима	12,5…13
	до -15	Лето	12…12,5
Умеренная	от -15 до -4		12…12,5
Жаркая, теплая, влажная	от -15 до -6	Круглый год	11,8…12,2

Контроль работы регулятора

Проводится при техническом обслуживании автомашин. При этом следует придерживаться рекомендаций, приведенных в табл. 2.8. и инструкции по эксплуатации.

Проверка и регулировка регулятора должна производиться в случаях, если регулируемое напряжение имеет значение более 15,5 В или не соответствует указанному в инструкции по эксплуатации машины.



При регулировке следует применять вольтметр класса не хуже 1,5. При регулировке реле обратного тока следует руководствоваться указаниями инструкции по эксплуатации автомашины и данными табл. 2.9.

Батарею, разряженную более чем на 25% зимой и более чем на 50% летом следует снять с автомашины и поставить на заряд.

Электролит

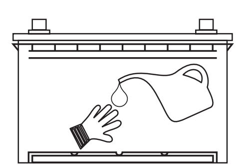
В качестве электролита для автомобильных аккумуляторных батарей применяют раствор серной кислоты в дистиллированной воде. При отсутствии стандартной допускается применение дождевой воды и талого снега собранных не с железных крыш и не содержавшихся в железных сосудах.

Для различных климатических и температурных условий, в которых батарее предстоит находиться в эксплуатации, применяется электролит различной плотности. Рекомендуемая плотность электролита для различных климатических районов приведена в табл. 2.10.

Для приготовления электролита применяется чистая кислотостойкая пластмассовая, керамическая, фаянсовая посуда, в которую сначала наливается вода, а затем постепенно кислота при непрерывном перемешивании кислотостойкой палочкой. Обратный порядок заливки не допускается.

Таблица 2.11.

Количество серной кислоты плотностью 1,83г/см^3 и дистиллированной воды, необходимые для приготовления 1л электролита при температуре 20°С		
Плотность электролита, г/см^3	Количество серной кислоты, л	Количество дистил. воды, л
1.21	0,204	0.836
1.22	0,215	0.826
1,23	0,227	0.814
1,24	0,237	0.808
1,25	0,248	0,798
1,255	0,253	0,793
1,27	0,268	0,78
1,28	0,28	0,768
1,29	0,291	0,758
1,3	0,302	0,748
1,31	0,313	0,738
1,34	0,347	0,704



Ориентировочное количество электролита, необходимое для заливки аккумуляторных батарей, приведено в таблицах вместе с их техническими характеристиками. Для получения электролита нужной плотности рекомендуется пользоваться табл. 2.11.

Плотность электролита в основном зависит от концентрации раствора серной кислоты: чем больше концентрация раствора, тем больше плотность электролита. Однако она также зависит и от температуры раствора: чем выше температура, тем ниже плотность.

Таблица 2.10.

Рекомендуемая плотность электролита для различных климатических районов				
Климатический район	Средняя месячная температура в январе, °С	Время года	Плотность электролита, г/см^3, приведенная к 20°С	
			заливаемого	в конце первого заряда
Резкоконтинентальный	-40	Зима	1,29	1,31
		Лето	1,25	1,27
Северный	-40	Круглый год	1,27	1,29
Центральный	-30		1,25	1,27
Южный	-5		1,23	1,25
Тропики	+5		1,21	1,23

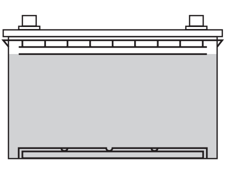
Таблица 2.12.

Температурная поправка к показаниям ареометра			
Температура электролита при замере, °C	Поправка, г/см^3, для приведения к температуре раствора		
	15°C	20°C	30°C
+60	0,031	0,024	0,021
+45	0,021	0,014	0,01
+30	0,01	0,004	0
+25	0,007	0	-0,004
+15	0	-0,007	-0,01
0	-0,01	-0,017	-0,021
-15	-0,021	-0,028	-0,031
-25	-0,028	-0,035	-0,038
-30	-0,031	-0,039	-0,042
-45	-0,04	-0,049	-0,052
-50	-0,046	-0,053	-0,055

Температурные поправки к показанию ареометра для приведения плотности электролита к температуре 15°, 20° и 30°C приведены в табл. 2.12. Знак «+» или «–» означает прибавить или вычесть поправку от показаний ареометра.

Для определения степени разряженности в любой момент принимается нормативная плотность электролита 1,29 г/см3, т.е. плотность, приобретенная после полного первого заряда.

Для уравнивания плотности электролита, т.е. доведения ее до плотности, равной плотности в начале эксплуатации, следует измерить фактическую плотность и температуру. Затем сравнивают приведенную (к плотности при 20°C) плотность и рекомендуемую (табл. 2.11). Если приведенная плотность окажется ниже нормы, то доливают кислоту или электролит повышенной плотности, если же выше – доливают дистиллированную воду. Для того, чтобы при этом не превысить уровень, из аккумулятора необходимо предварительно отобрать часть электролита.



Уравнивание можно проводить только в полностью заряженном аккумуляторе, когда электролит имеет плотность, не искаженную недозаряженностью последнего, и когда еще продолжается кипение, которое содействует быстрому перемешиванию. В противном случае следует продолжать заряд после доливки в течение 30 минут для достижения лучшего перемешивания и затем через 30 минут измерить плотность и температуру, чтобы снова определить приведенную плотность. Доводка плотности до нормы обычно не получается с первого раза, тогда ее следует повторить. Промежутки между приемами доводки должны быть не менее 30...40 минут.

Ввод в действие сухозаряженных (новых) аккумуляторных батарей

Ввод в действие аккумулятора следует начинать с заливки аккумуляторов, которую рекомендуется производить следующим образом.

Электролит, приготовленный согласно требованиям, можно заливать в аккумуляторы при условии, если его температура не выше 25°C в холодной и умеренной климатических зонах и не выше 30°C в жаркой и влажной зонах. Не рекомендуется заливать аккумуляторы электролитом температурой ниже 15°C.

Заливку аккумуляторов рекомендуется производить следующим образом.

1. Если вентиляционные отверстия расположены в пробках, то их необходимо вывернуть и снять с них герметизирующую пленку или срезать выступ и проверить, вскрылись ли вентиляционные отверстия.
2. Если пробки без герметизирующей пленки или выступа, следует вынуть расположенные под ними герметизирующие диски и выбросить их.
   Заливку следует производить небольшой струей до тех пор, пока зеркало электролита не коснется нижнего конца тубуса горловины или на 10...15 мм выше предохранительного щитка. Уровень электролита над предохранительным щитком можно измерить стеклянной трубочкой.
3. Если в крышке батареи имеются вентиляционные штуцера для автоматической регулировки уровня электролита, необходимо освободить отверстия в штуцерах от герметизирующих деталей (стержни, колпачки и др.). Последние следует выбросить. Затем необходимо отвернуть пробки и надеть их на штуцера. Заливку следует производить небольшой струей до верхнего среза горловины.

В случае проливания электролита необходимо собрать его ветошью и протереть облитые места (нейтрализовать) 10% раствором нашатырного спирта.

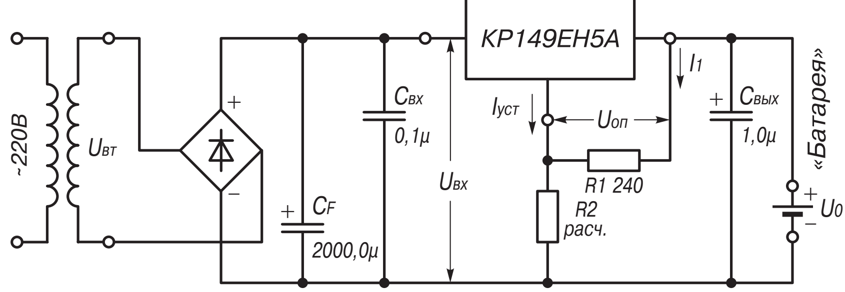


Рис. 2.3. ***Схема зарядного устройства с постоянным выходным напряжением (режим плавающего заряда)***

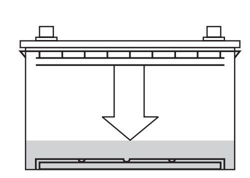
После заливки пробки со штуцеров надо снять, и уровень автоматически снизится до нормы. Необходимое количество электролита для заливки батарей указано в таблицах их технических характеристик.

Как правило, не ранее, чем через 20 минут и не позже, чем через два часа после заливки, нужно измерить плотность электролита. Если плотность электролита в аккумуляторе ниже плотности заливавшегося более чем на 0,03 г/см^3, такую батарею перед установкой на автомашину следует зарядить.

Если батарея хранилась не более одного года и процесс подготовки ее к вводу в эксплуатацию происходил при температуре не ниже 15°C, допускается установка ее на автомашину без проверки плотности электролита после 20 мин. пропитки. Батарею, введенную в эксплуатацию, следует откорректировать спустя несколько дней.

2.1.3. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРОВ

Заряд аккумулятора происходит, если к нему приложен потенциал, превышающий его напряжение. Ток заряда аккумулятора пропорционален разности приложенного напряжения и напряжения холостого хода.



Скорость заряда аккумулятора может быть определена в терминах емкости. Если емкость аккумулятора С заряжается за время t, то скорость заряда определяется отношением C/t. Аккумулятор емкостью 100 Ач при разряде со скоростью C/5 полностью разрядится за 5 часов, при этом ток разряда составит 100/5, или 20 А. Если аккумулятор заряжается со скоростью C/10, то ток его заряда будет равен 100/10, или 10 А. Скорость заряда можно оценить в длительностях цикла. Так, если аккумулятор заряжается за 5 часов, то говорят, что он имеет цикл 5 часов.

В зависимости от области применения аккумуляторы можно заряжать различными способами. При быстром заряде требуется от 4 до 6 часов, в то время как продолжительность разряда в штатном режиме варьируется от 10 до 15 часов. При циклическом заряде требуется постоянное напряжение или постоянный ток заряда. Иногда используется плавающий заряд*, во время которого нагрузка и аккумулятор включаются параллельно, или компенсационный подзаряд**, когда мощность постоянного тока подается в нагрузку, в то время как цепь заряда аккумулятора с нагрузкой не соединена.

На практике чаще всего используется быстрый заряд аккумулятора (до 90% емкости) с последующим автоматическим переключением на меньшую скорость заряда (до полной емкости).

* плавающий заряд – метод поддержания подзаряжаемой батареи при полном заряде путем подачи выбранного постоянного напряжения для компенсации в ней различных потерь

** компенсационный подзаряд – метод, при котором для приведения батареи в полностью заряженное состояние и поддержания ее в этом состоянии используется постоянный ток заряда

Для маломощных аккумуляторов и заряда при постоянном напряжении можно использовать устройство [1], показанное на рис. 2.3. Для поддержания постоянного выходного напряжения, значение которого устанавливается резистором R2, применяется трехвыводной интегральный стабилизатор напряжения, например КР142ЕН5А.

Для расчета схемы следует пользоваться выражением:

$$U_0 = U_{оп}(1 + R1/R2) + I_{уст}R2,$$ где

- U_0 – напряжение равное разности максимального напряжения на заряженном аккумуляторе и выходного напряжения используемого интегрального стабилизатора напряжения;
- $U_{оп}$ – выходное напряжение используемого интегрального стабилизатора напряжения;
- $I_{уст}$ – ток внутреннего стабилизатора используемой интегральной микросхемы [6].

Возможно использование в качестве резистора R2 переменного резистора, но с обязательным шунтированием постоянным резистором (для блокирования дребезга движка резистора) т.о., чтобы их суммарное сопротивление равнялось расчетному. С его помощью поддерживается необходимое выходное напряжение и одновременно осуществляется защита схемы от тока короткого замыкания.

Зарядное устройство с источником тока и автоматическим ограничением напряжения показано на рис. 2.4 [6]. Это устройство поддерживает постоянный ток заряда и отключает аккумулятор от зарядного устройства по достижении установленного напряжения заряда. Здесь источник тока выполнен на транзисторе VT2 и светодиоде VD1, который выполняет функцию индикатора (напряжение эмиттер-база транзистора VT2, задающее ток источника тока, определяется падением напряжения на светодиоде). Транзистор VT1 ограничивает напряжение на нагрузке, закрывая протекание тока через светодиод VD1 по достижении напряжения заряда аккумулятора, которое устанавливается подбором резистора R1. При номиналах, указанных на схеме, напряжение заряда аккумулятора 12 В при максимальном токе порядка 100 мА. Светодиод показывает степень заряда аккумулятора. При полностью заряженном аккумуляторе он гаснет.

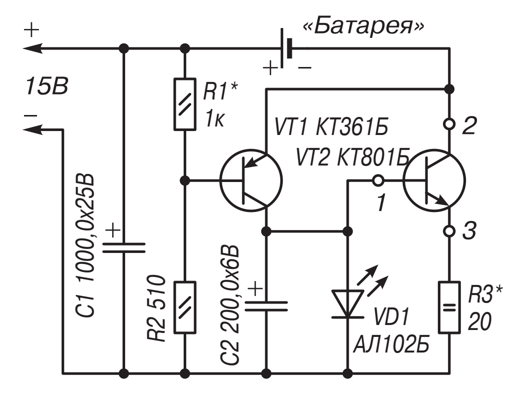


Рис. 2.4. **Схема автоматического зарядного устройства (режим плавающего заряда)**

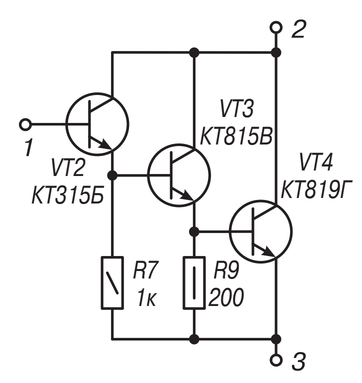


Рис. 2.5. **Схема составного транзистора**

Такие зарядные устройства не требуют приборов измерения тока и напряжения, контроля окончания заряда и в конце заряда автоматически уменьшают ток, сообщая аккумулятору максимально возможный заряд. При необходимости заряжать аккумуляторные батареи большой емкости (например автомобильные) ток заряда нетрудно увеличить до 5 А. В этом случае транзистор VT2 необходимо заменить составным транзистором рис. 2.5, снабдив последний из них теплоотводом.

Восстановление пассивированных аккумуляторных батарей

В результате неправильной эксплуатации аккумуляторных батарей пластины их пассивируются и выходят из строя. Тем не менее известен способ восстановления таких батарей асимметричным током (при соотношении зарядной и разрядной составляющих тока 10:1 и отношении длительностей импульсов этих составляющих 1:2). Этот способ

позволяет активизировать поверхности пластин старых аккумуляторов и проводить профилактику исправных [4].

На рис. 2.6 представлена схема заряда аккумуляторов асимметричным током, которая рассчитана на работу с 12 В аккумулятором и обеспечивает импульсный зарядный ток 5 А и разрядный –0,5 А. Она представляет собой регулятор тока, собранный на транзисторах VT1...VT3. Питается устройство переменным током напряжением 22 В (амплитудное напряжение 30 В). При номинальном зарядном токе напряжение на заряженном аккумуляторе изменяется в пределах 13...15 В (среднее напряжение 14 В).

За время одного периода переменного напряжения формируется один импульс зарядного тока (угол отсечки alpha) равен 60°, рис. 2.7). В промежутке между зарядными импульсами формируется разрядный импульс через резистор R3, подбором которого устанавливается амплитуда разрядного тока.

Необходимо учитывать, что суммарный ток зарядного устройства должен равняться 1,1 от тока заряда аккумулятора, т.к. при заряде резистор R3 подключен параллельно аккумулятору.

При использовании аналогового амперметра он будет показывать около одной трети от амплитуды импульса зарядного тока. Схема защищена от короткого замыкания выхода.

Заряд аккумулятора ведут до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение (кипение) во всех банках, а напряжение и плотность электролита будут постоянными в течение двух часов подряд. Это является признаком окончания заряда. Затем следует произвести уравнивание плотности электролита в секциях и продолжить заряд еще 30 минут для лучшего перемешивания.

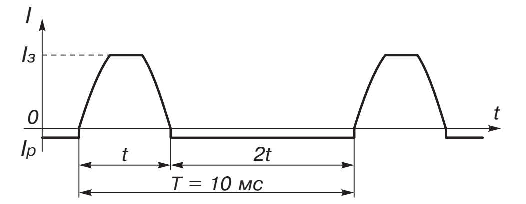
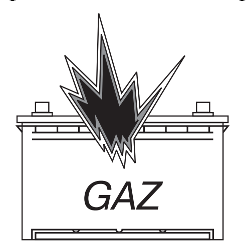


Рис. 2.7. **Диаграмма зарядного асимметричного тока**

Во время заряда аккумулятора следует периодически проверять температуру электролита, чтобы не допустить ее повышения выше 45°С в холодных и умеренных климатических зонах и выше 50°С в жарких и теплых влажных.

Так как при заряде кислотных аккумуляторов выделяется водород, следует проводить заряд аккумулятора в хорошо проветриваемом помещении, при этом не следует курить и пользоваться открытым пламенем. Образовавшаяся гремучая смесь обладает большой разрушительной силой.



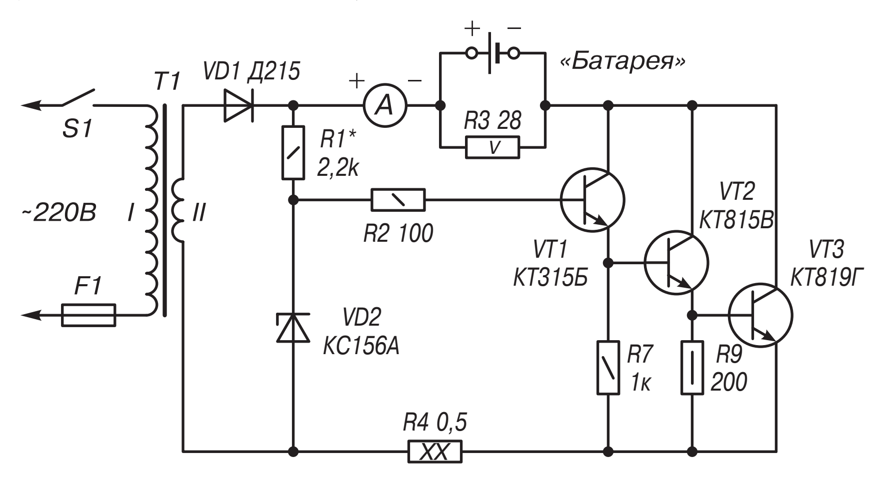
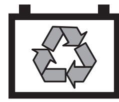


Рис. 2.6. **Схема заряда аккумулятора асимметричным током**

НАЗНАЧЕНИЕ	ТИП	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
Оперативные батареи	*dryfit A-200* *dryfit A-300* *dryfit A-400* *dryfit A-600*	*охранные устройства* *устройства оповещения о пожаре* *телемеханические устройства* *медицинское оборудование*
Стационарные промышленные батареи	*dryfit Highpower* *dryfit A600* *dryfit Block*	*телефонные станции* *устройства связи* *электростанции* *снабжение электроэнергией EVU's*
Резервные батареи	*dryfit Compact* *dryfit Ulimatic*	*телемеханические системы* *устройства оповещения* *ELA-дистанционные устройства*
Приводные батареи для транспортных средств	*dryfit traction Block* *dryfit traction Pzs*	*электрифицированнные транспортные средства* *E-лодки (циклический привод)*

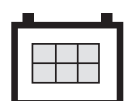
Герметичные аккумуляторы

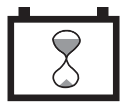




Подлежат вторичной переработке

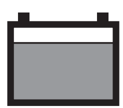
Намазные пластины

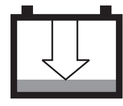




Срок службы: 10 лет

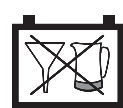
Номинальная емкость от 12 до 180 Ач

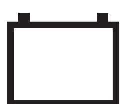




Защита от глубокого разряда

Абсолютно необслуживаемые





Блочное исполнение

2.2. ГЕРМЕТИЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Широко распространенные кислотные аккумуляторы, выполненные по классической технологии, доставляют много хлопот и оказывают вредное влияние на людей и аппаратуру. Они наиболее дешевы, но требуют дополнительных затрат на их обслуживание, специальных помещений и персонал.

Группа «CEAC», объединяющая европейских производителей аккумуляторов и занимающая первое место в Европе по производству свинцовых аккумуляторов, обеспечивает значительную долю рынка.

Значительный объем производимых аккумуляторов составляют герметичные, выполненные по технологии «dryfit» и AGM (абсорбированный электролит). Они характеризуются отсутствием эксплуатационных затрат и перекрывают диапазон емкостей от 1 до 12000 Ач, что позволяет удовлетворить требования любого потребителя.

2.2.1. АККУМУЛЯТОРЫ, ТЕХНОЛОГИЯ «DRYFIT»

Наиболее удобными и безопасными из кислотных аккумуляторов являются абсолютно необслуживаемые герметичные аккумуляторы VRLA (Valve Regulated Lead Acid) произведенные по технологии «dryfit». Внешний вид показан на рис. 2.8. Электролит в этих аккумуляторах находится в желеобразном состоянии. Это гарантирует надежность аккумуляторов и безопасность их эксплуатации.



Рис. 2.8. **Внешний вид аккумуляторов «dryfit»**

Технические характеристики аккумуляторов «DRYFIT»

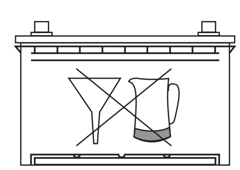
В зависимости от предполагаемого режима работы рекомендуются два типа аккумуляторов: «dryfit» A400 – для буферного режима и A500 – для режима «буфер+цикл». Эти аккумуляторы выпускаются немецкой фирмой Sonnenschein, входящей в группу европейских производителей «CEAC», и характеризуются следующими преимуществами:

- абсолютно необслуживаемые в течение всего срока службы;
- продолжительный срок службы (с сохранением остаточной емкости 80%);
- классификация Евробат – высокая работоспособность (High Performance);
- технология «dryfit»: электролит зафиксирован в желеобразном состоянии;
- намазные пластины в блочном исполнении;
- очень малое газовыделение за счет системы внутренней рекомбинации;
- способность быстрого восстановления емкости;
- аккумуляторы «dryfit» не являются опасным грузом для авиа-, авто- и железнодорожного транспорта (согласно IATA);
- очень малый саморазряд: даже после 2 лет хранения (при 20°С) не требуется подзаряд перед вводом в эксплуатацию;
- допускается перезаряд;
- устойчивы к глубокому разряду согласно DIN 43539 ч. 5;
- диапазон емкости: от 5,5 до 180 Ач для A400 и от 2,0 до 115 Ач для A500;
- аккумуляторы принимаются на вторичную переработку фирмой Sonnenschein, т. к. содержат много ценных материалов;
- имеют сертификат Немецкой Федеральной почты, TL 6140-3003;
- соответствуют VDE 0108 ч.1 для аварийного энергоснабжения.

Таблица 2.13.

Технические характеристики аккумуляторов «dryfit» A400												
Тип №	Обозначение типа	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость (C20)*, Ач	Ток разряда (I20), мА	Макс. нагрузка, А	Макс. допустимый ток 5 сек., А	Вес, кг	Длина макс., мм	Ширина, мм	Высота корпуса, мм	Высота с контактами, мм	Вид концевых выводов
09 1 90835 00	A406/165,0A	6	165	8520	770	2600	31	244	190	253	275	Конусные выводы по DIN 72311
07 1 94436 00	A412/5,5SR	12	5,5	275	80	300	2,5	1523	65,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
07 1 94530 00	A412/8,5SR	12	8,5	425	80	300	3,6	152	98	94,5	98,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
07 1 94560 00	A412/12,0SR	12	12	600	100	350	5,6	181	76	152	156,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
09 1 90604 00	A412/20,0G5	12	20	1000	200	800	7,7	176	167	126	126	Болтовые соединения 5 мм
09 1 90635 00	A412/50,0A	12	50	2500	440	1500	20,1	306	175	190	190	Конусные выводы по DIN 72311
09 1 90702 00	A412/65,0G6	12	65	3250	440	1500	24,6	381	175	190	190	Болтовые соединения 6 мм
09 1 90750 00	A412/85,0A	12	85	4250	770	2600	37	284	267	208	230	Конусные выводы по DIN 72311
09 1 90752 00	A412/100,0A	12	100	5000	770	2600	40	513	189	195	223	Конусные выводы по DIN 72311
09 1 90765 00	A412/120,0A	12	120	6000	770	2600	49	513	223	195	223	Конусные выводы по DIN 72311
09 1 90815 00	A412/180,0A	12	180	9000	770	2600	70	518	291	216	242	Конусные выводы по DIN 72311

Аккумуляторы A500 более универсальны и являются последовательной разработкой и предназначены для смешанного режима — «буфер+цикл». В них намного улучшены характеристики саморазряда за счет изменения конструкции банок и состава электролита. Соответствуют следующим нормам: DIN, BS, IES, а также имеют допуск по VdS.



Типы выводов аккумуляторов A400 и A500 приведены на рис. 2.9. Технические характеристики — в табл. 2.13 и 2.14 соответственно.

Условное обозначение аккумуляторов «dryfit» содержит:

- ✓ первая буква и три следующие за ней цифры — тип аккумулятора;
- ✓ последующие цифры — номинальная емкость, Ач;
- ✓ последние буквы — тип вывода аккумулятора (согласно DIN 72311, предельные токи разряда достигаются только при использовании штатного контакта).

Техника заряда аккумуляторов «DRYFIT»

Заряд аккумулятора происходит, если к нему приложен потенциал, превышающий его рабочее напряжение. Ток заряда аккумулятора пропорционален разности приложенного напряжения и напряжения холостого хода. Напряжение аккумулятора возрастает по мере заряда до тех пор, пока не начинается электролиз. Одновременно с этим уменьшается эффективность заряда, а напряжение на зажимах аккумулятора увеличивается по мере уменьшения скорости заряда.

Скорость заряда аккумулятора может быть определена в терминах емкости. Если емкость аккумулятора C заряжается за время t,

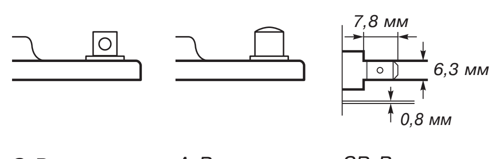


Рис. 2.9. ***Типы выводов аккумуляторов***

Таблица 2.14.

Технические характеристики аккумуляторов «dryfit» A500

Тип №	Обозначение типа	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость (C20)*, Ач	Ток разряда (I20), мА	Макс. нагрузка, А	Макс. допустимый ток 5 сек.**, А	Вес, кг	Длина макс., мм	Ширина, мм	Высота корпуса, мм	Высота с контактами, мм	Вид концевых выводов
07 8 95502 00	A502/10,0S	2	10	500	80	300	0,7	52,9	50,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95302 00	A504/3,5S	4	3,5	175	60	300	0,5	90,5	34,5	60,5	64,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95312 00	A506/3,5S	6	3,5	175	60	300	0,5	134,5	34,8	60,5	64,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95391 00	A506/4,2S	6	4,2	210	60	300	0,9	62,3	52	98	101,9	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95465 00	A506/6,5S	6	6,5	325	80	300	1,3	152	34,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95523 00	A506/10,0S	6	10	500	80	300	2,1	152	50,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95202 00	A512/2,0S	12	2	100	40	240	1	178,5	34,1	60,5	64,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95315 00	A512/3,5S	12	3,5	175	60	300	1,5	134	66,3	60	64,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95432 00	A512/6,5S	12	6,5	325	80	300	2,6	152	65,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95436 00	A512/6,5SR	12	6,5	325	80	300	2,6	152	65,5	94,5	98,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
07 8 95525 00	A512/10,0S	12	10	500	80	300	4,1	152	98	94,5	98,4	Штеккерные выводы 4,8 мм
07 8 95530 00	A512/10,0SR	12	10	500	80	300	4,1	152	98	94,5	98,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
07 8 95565 00	A512/16,0G5	12	16	800	200	700	6,8	181	76	167	167	Болтовые выводы 5 мм
07 8 95560 00	A512/16,0SR	12	16	800	100	300	6,7	181	76	152	156,4	Штеккерные выводы 6,3 мм
08 8 95615 00	A512/25,0G5	12	25	1250	200	800	9,6	176	167	126	126	Болтовые выводы 5 мм
08 8 95625 00	A512/30,0G6	12	30	1500	400	1500	11,7	197	132	160	181	Болтовые выводы 6 мм
08 8 95632 00	A512/40,0G6	12	40	2000	400	1500	14,8	210	175	175	175	Болтовые выводы 6 мм
08 8 95630 00	A512/40,0A	12	40	2000	400	1500	14,8	210	175	175	175	Конусные выводы по DIN 72311
08 8 95660 00	A512/55,0A	12	55	2750	400	1500	19	261	135	208	230	Конусные выводы по DIN 72311
08 8 95664 00	A512/60,0A	12	60	3000	400	1500	21,8	306	175	190	190	Конусные выводы по DIN 72311
08 8 95668 00	A512/65,0G6	12	65	3250	440	1500	25	381	175	190	190	Болтовые выводы 6 мм
08 8 95666 00	A512/65,0A	12	65	3250	440	1500	25	381	175	190	190	Конусные выводы по DIN 72311
08 8 95722 00	A512/85,0A	12	85	4250	600	2600	33	330	171	214	235,5	Конусные выводы по DIN 72311
08 8 95750 00	A512/115,0A	12	115	5750	770	2600	40,3	284	267	208	230	Конусные выводы по DIN 72311

то скорость заряда определяется отношением C/t. Аккумулятор емкостью 100 Ач при разряде со скоростью C/5 полностью разрядится за 5 часов, при этом ток разряда составит 100/5, или 20 А. Если аккумулятор заряжается со скоростью C/10,то ток его заряда будет равен 100/10, или 10 А. Скорость заряда можно оценить в длительностях цикла. Так, если аккумулятор заряжается за 5 часов, то говорят, что он имеет цикл 5 ч.

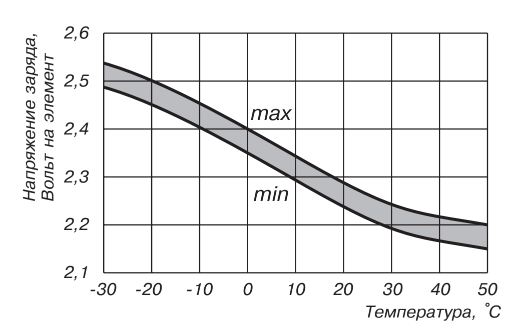


Рис. 2.10. **Область постоянного напряжения для заряда аккумуляторов «dryfit» A400 в режиме длительного подзаряда (буферный режим)**

После полного заряда аккумулятора дальнейшее продолжение заряда вызывает выделение газов (происходит «перезаряд»). В классических аккумуляторах в процессе перезаряда удаляется вода и происходит распыление электролита с выделением газов. Часть электролита разбрызгивается через вентиляционные отверстия, т.е. теряется. При добавлении воды в электролит уменьшается его концентрация и ухудшаются характеристики аккумулятора.

В аккумуляторах, произведенных по технологии «dryfit», реакции электродов происходят с участием электролита. Композиция электролита не изменяется по мере заряда или разряда. Поэтому электролит сконструирован так, что генерация кислорода в процессе заряда компенсируется другими химическими реакциями, поддерживающими условия равновесия, в которых батарея может длительно заряжаться без потерь воды. Это принципиально важно для герметичных аккумуляторов.

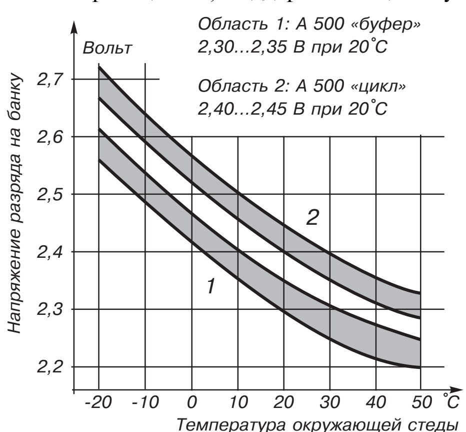


Рис. 2.11. **Напряжение заряда аккумуляторов «dryfit» A500 для различных режимов**

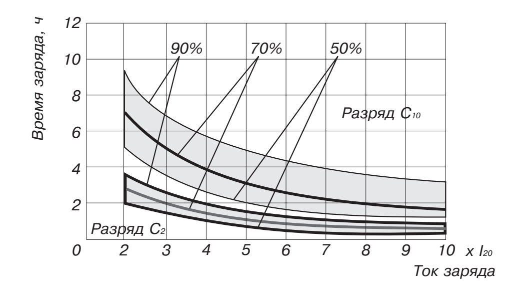
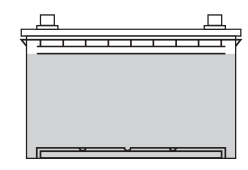


Рис. 2.12. **Время заряда акккумуляторов «dryfit» A400**



Напряжение заряда аккумуляторов A400 для режима плавающего заряда должно находиться в пределах от 2,3 В до 2,23 В/элемент. При заряде 12 В аккумуляторов, состоящих из 6-ти элементов (банок), эта цифра умножается на 6, т.е. напряжение заряда для 12 В аккумулятора должно находиться в пределах от 13,8 В до 13,38 В. Для 6-ти вольтовых аккумуляторов число элементов 3, для 4-х – 2, а для 2-х вольтовых – 1.

Кривые заряда для аккумуляторов «dryfit» A400 (буферный режим) показаны на рис. 2.10, а для аккумуляторов «dryfit» A500 (буферный режим – область 1 и циклический режим – область 2) показаны на рис. 2.11. Эти кривые справедливы для режима длительного подзаряда.

При изменяющейся температуре зарядное напряжение следует корректировать согласно графиков. При этом напряжение заряда может изменяться в пределах от 2,15 В/элемент до 2,55 В/элемент при изменении температуры в пределах от –30°С до +50°С.

При буферном режиме напряжение заряда при 20°С должно находиться в пределах 2,3...2,35 В/элемент. Колебание напряжения не должно превышать 30 мВ/элемент.

При зарядном напряжении большем 2,4 В следует ограничивать ток заряда до 0,5 А на каждый Ач для двух режимов.

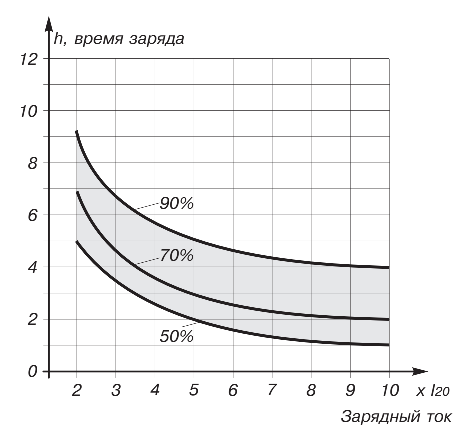


Рис. 2.13. **Время заряда аккумуляторов «dryfit» A500 при заряде постоянным током**

Для компенсационного режима заряда приведены зависимости времени заряда от величины зарядного тока аккумулятора на рис. 2.12 для аккумуляторов А400 и рис. 2.13 для А500. Компенсационный заряд возможен для циклического и буферного режимов работы. На обоих графиках показаны три кривые, соответствующие 50%, 70% и 90% заряду. Для аккумуляторов А400 максимальное напряжение заряда составляет 2,3 В/элемент, а для А500 – 2,4 В/элемент.

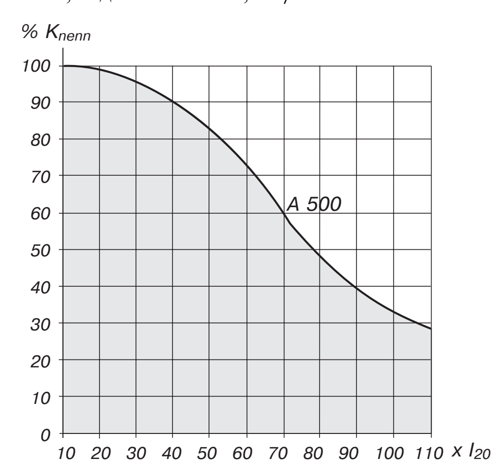


Рис. 2.14. **Остаточная емкость аккумулятора при учеличении тока разряда**

Для аккумуляторов А500 возможны два режима буферный и циклический. При циклическом режиме заряда зарядное напряжение должно быть выше, чем при буферном для того, чтобы увеличить время между циклами заряда.

Техника разряда аккумуляторов «DRYFIT»

Аккумуляторы, изготовленные по технологии «dryfit» оказываются мало чувствительными к условиям разряда. Кроме того, емкость также нечувствительна к разрядам со скоростью ниже С/10.

При более интенсивных разрядах емкость уменьшается по мере увеличения скорости разряда, но не так «драматично», как в случае аккумуляторов, выполненных по традиционной технологии. Поэтому, изготовителю достаточно привести относительно ограниченное число типовых кривых разряда. При оговоренной емкости аккумулятора скорость разряда выбирается невысокой (например С/10),чтобы максимально реализовать емкость элемента. Зависимость процентного соотношения емкости от максимального тока разряда аккумуляторов, произведенных по технологии «dryfit», приведены на рис. 2.14.

При высокой скорости разряд реально оказывается ограниченным, поскольку из-за наличия внутреннего сопротивления аккумулятора напряжение уменьшается ниже напряжения отсечки*. Это происходит до начала «истощения» электрохимической энергии. Однако снижение тока разряда уменьшает падение напряжения IxR внутри элемента, при этом напряжение элемента повышается по сравнению с напряжением отсечки, и разряд продолжается.

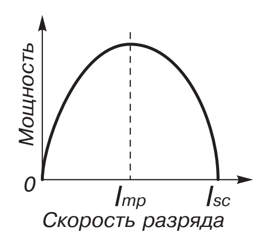


Рис. 2.15. **Зависимость отдаваемой мощности ХИТ от скорости разряда**

* напряжением отсечки называется минимальное напряжение, при котором аккумулятор способен отдавать полезную энергию при определенных условиях

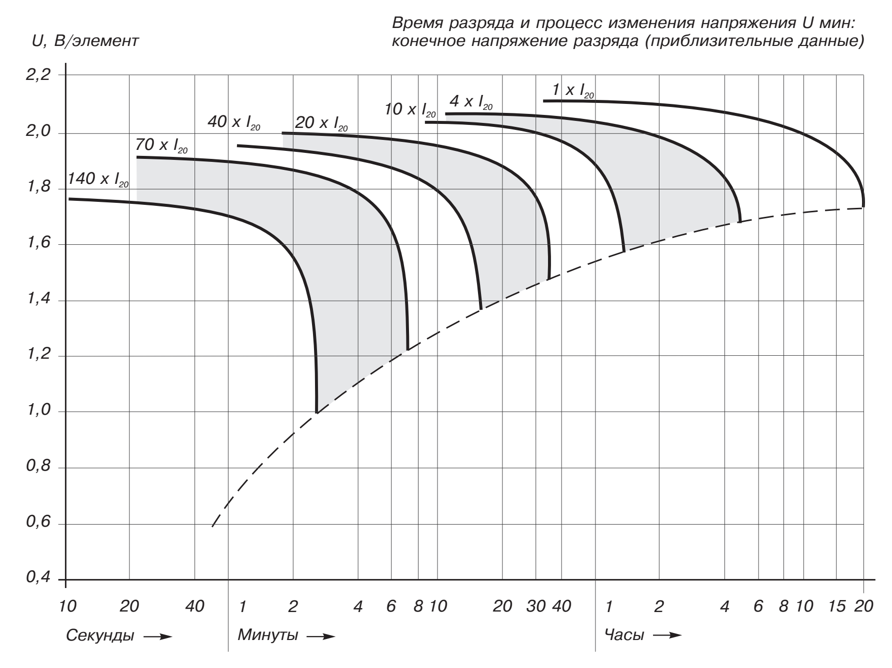


Рис. 2.16. **Время разряда до фиксированного конечного напряжения аккумуляторов «dryfit» A500**

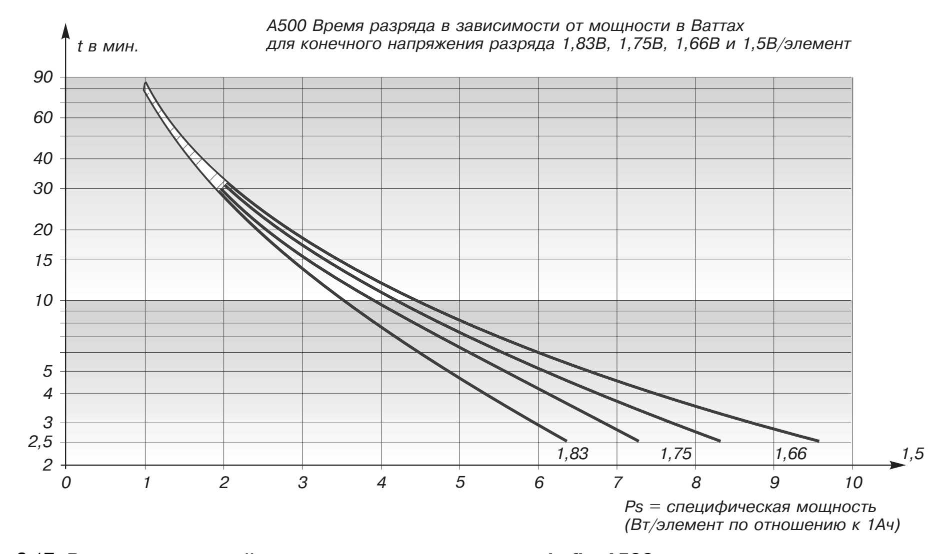


Рис. 2.17. **Разряд постоянной мощностью аккумуляторов «dryfit» A500**

Таблица 2.16.

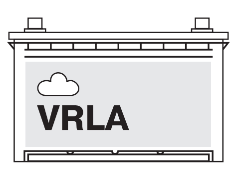
Данные для выбора аккумуляторов «dryfit» A400. Разряд постоянным током							
Тип	30 мин	1 ч	3 ч	5 ч	8 ч	10 ч	20 ч
A406/165,0A	178	106,3	46,3	30,3	20,1	16,6	9
A412/5,5SR	5,7	3,4	1,6	1	0,7	0,6	0,3
A412/8,5SR	7,8	4,8	2,2	1,5	1	0,8	0,5
A412/12,0SR	11,7	7,2	3,1	2,1	1,4	1,2	0,6
A412/20,0G5	20,3	12,9	5,3	3,5	2,3	1,9	1,1
A412/50,0A	55	33,3	14,2	9,2	6,1	5	2,7
A412/65,0G6	61	44,1	18,2	12,1	8,1	6,6	3,6
A412/85,0A	83,3	48,7	20,8	14	9,7	8,2	4,8
A412/100,0A	101,4	59,7	25,7	17,9	12,1	10,2	5,4
A412/120,0A	124,2	78,7	32,8	21,7	14,7	12,2	6,8
A412/180,0A	176,1	106,9	48,5	32	21,2	17	9,9

При разомкнутой батарее отдаваемая мощность равна нулю, поскольку ток равен нулю. Если батарея короткозамкнута, то отдаваемая мощность снова равна нулю, так как напряжение близко к нулю, хотя ток может быть очень большим. Среднее напряжение зависит от отбираемого тока, но линейной зависимости между этими величинами нет.

Для химических источников тока зависимость времени разряда от мощности, отдаваемой аккумуляторной батареей, показана на рис. 2.15. Из графика видно, что максимальная отдаваемая мощность имеет место при равенстве сопротивления нагрузки внутреннему сопротивлению батареи.

Для аккумуляторов A500 на рис. 2.16 показана зависимость времени разряда от т.н. удельной мощности, которая измеряется в В/элемент по отношению к 1 Ач. Рис. 2.17 показывает время разряда аккумуляторов A500 при разряде постоянным током в терминах емкости.

Для аккумуляторов A400 приведены данные разряда постоянным током и постоянной мощностью в табл. 2.15 и 2.16. При этом для аккумуляторов A400 разрядное напряжение ограничивается на уровне 1,6 В/элемент.



Свинцовым аккумуляторам присуща уникальная особенность – способность выделять водород при перенапряжениях и кислород, когда напряжение свинцовой батареи приближается к значению, свойственному полному заряду, при этом происходит существенный подъем напряжения, необходимый для прохождения заряжающего тока через электролит. Если напряжение, обусловливающее прохождение зарядного тока, фиксировано и достаточно высоко для заряда электродов, но не настолько, чтобы вызвать выделение газа, напряжение элемента будет расти до тех пор, пока не станет равным напряжению заряжающего источника.

В аккумуляторах, выполненных по технологии «dryfit», каждая банка закрыта вентилем, что предотвращает проникновение кислорода извне.

Таблица 2.15.

Данные для выбора аккумуляторов «dryfit» A400. Разряд постоянным током							
Тип	30 мин	1 ч	3 ч	5 ч	8 ч	10 ч	20 ч
A406/165,0A	178	106,3	46,3	30,3	20,1	16,6	9
A412/5,5SR	5,7	3,4	1,6	1	0,7	0,6	0,3
A412/8,5SR	7,8	4,8	2,2	1,5	1	0,8	0,5
A412/12,0SR	11,7	7,2	3,1	2,1	1,4	1,2	0,6
A412/20,0G5	20,3	12,9	5,3	3,5	2,3	1,9	1,1
A412/50,0A	55	33,3	14,2	9,2	6,1	5	2,7
A412/65,0G6	61	44,1	18,2	12,1	8,1	6,6	3,6
A412/85,0A	83,3	48,7	20,8	14	9,7	8,2	4,8
A412/100,0A	101,4	59,7	25,7	17,9	12,1	10,2	5,4
A412/120,0A	124,2	78,7	32,8	21,7	14,7	12,2	6,8
A412/180,0A	176,1	106,9	48,5	32	21,2	17	9,9

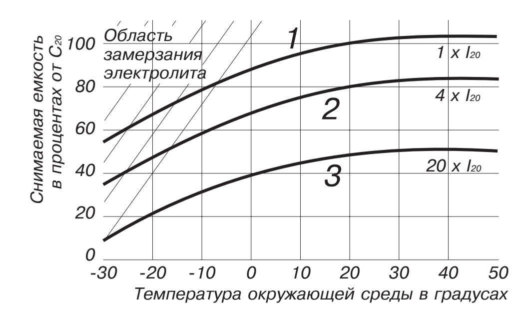


Рис. 2.18. ***Остаточная снимаемая емкость при разряде постоянным током***

При внутреннем избыточном давлении вентиль открывается, чтобы затем вновь закрыть банку. Не следует размещать аккумуляторы в герметичных помещениях. Допускается установка в любом положении. При стационарной установке аккумуляторов «dryfit» в помещениях, шкафах и емкостях следует выполнять предписания VDE 0510, следить за тем, чтобы вентили находились сверху и не были чем-либо закрыты.

Предельная емкость аккумуляторных батарей реализуется при нормальной температуре (20°C), малых скоростях разряда и низких напряжениях отсечки. Подвижность ионов и скорость их взаимодействия с электродами уменьшаются по мере снижения температуры, и большинство батарей с электролитами на водной основе уменьшают отдаваемую энергию в сравнении с той, которую они могут отдать при нормальной температуре. Если электролит замерзает, то подвижность ионов может упасть до такой степени, что батарея перестанет работать. При снижении температуры не следует рассчитывать аппаратуру для работы при малых рабочих напряжениях.

Остаточная снимаемая емкость аккумуляторов A400 и A500 при разряде постоянным током и изменении температуры показана на рис. 2.18.

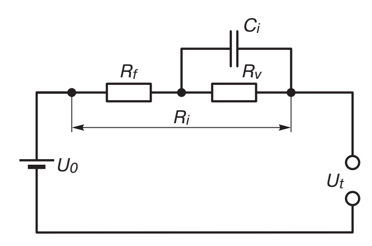


Рис. 2.19. ***Эквивалентная схема ХИТ***

При разряде батареи в условиях низких температур увеличивается ее внутреннее сопротивление, что приводит к выделению дополнительного тепла, которое в некоторой степени компенсирует понижение температуры окружающей среды. В результате работоспособность батареи определяется ее конструкцией и условиями разряда.

Как показано на рис. 2.19, внутреннее сопротивление представляет собой часть полной электрической цепи. Так как ток нагрузки проходит и через батарею, напряжение на выводах батареи в действительности представляет собой напряжение, создаваемое системой электронов батареи, минус падение напряжения, вызванное прохождением тока через нее. Большая часть внутреннего сопротивления элемента создается активными материалами электродов и электролита, которые изменяются по мере старения электролита и степени заряда. Внутреннее сопротивление батареи может ограничивать необходимый ток, отдаваемый в нагрузку.

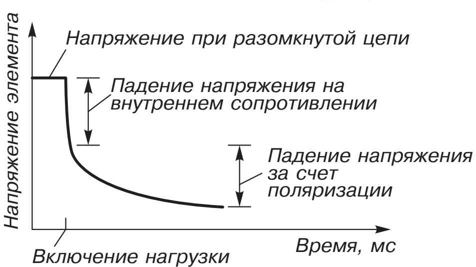


Рис. 2.20. ***Изменение напряжения элемента ХИТ при изменении внутреннего сопротивления***

Для определения внутреннего сопротивления элемента или батареи можно воспользоваться способом, заключающимся в измерении его характеристик на переменном токе (частота 1 кГц и выше). Так как многие реакции на электродах обратимы, можно считать, что при измерениях на переменном токе химические реакции не происходят и импеданс соответствует внутреннему сопротивлению. Измерения на переменном токе можно сочетать с измерениями на постоянном токе. Изменение напряжения элемента ХИТ при изменении внутреннего сопротивления показано на рис. 2.20.

Считается, что перезаряжаемый аккумулятор проработал свой срок службы, если его емкость падает до 80% указанной первона-

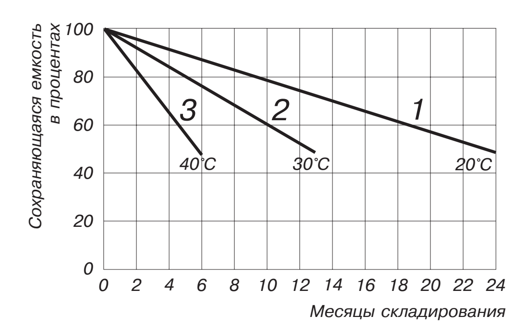


Рис. 2.21. ***Остаточная емкость после времени складирования***

чальной емкости. В этом случае 30% глубина разряда соответствует максимальному циклическому сроку службы аккумулятора.

Так после двух лет хранения аккумулятор сохраняет 50% емкости. После заряда аккумуляторы серии А400 и А500 восстанавливают 100% емкости. Зависимость остаточной емкости от времени складирования при различных температурах показана на рис. 2.21. В них намного улучшены параметры (в сравнении с предшествующими типами аккумуляторов А200 и А300) за счет изменения конструкции банок и состава электролита.

Сроки службы аккумуляторов, изготовленных по технологии «dryfit»:

A400	8...10 лет
A500	5...6 лет

Аккумуляторы А400 и А500 устойчивы к глубокому разряду согласно DIN 43539.

Не рекомендуется использовать режим более глубокого, а также мягкого разряда, которые снижают продолжительность циклического срока службы аккумулятора.

2.2.2. ГЕРМЕТИЧНЫЕ НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Особую группу никель-кадмиевых аккумуляторов составляют герметичные аккумуляторы (табл. 2.17 и 2.18). Выделяющийся в конце заряда кислород окисляет кадмий, поэтому давление в аккумуляторе не повышается. Скорость образования кислорода должна быть невелика, поэтому аккумулятор заряжают относительно небольшим током.

Герметичные аккумуляторы подразделяются на дисковые (обозначение Д), цилиндрические (обозначение Ц) и прямоугольные (обозначение КНГ).

Герметичные аккумуляторы применяются для слуховых аппаратов, малогабаритных радиоприемников, магнитофонов, фото-кино аппаратуры, карманных фонарей и т.д.

Гарантийный срок хранения аккумуляторов Д-0,125 – 15 мес., Д-0,26 – 6 мес., батареи 7Д-0,125 – 14 мес. Гарантийный срок эксплуатации аккумуляторов Д-0,125 – 14 мес., Д-0,26 – 12 мес., а батареи 7Д-0,125 – 15 мес.

Наработка дисковых аккумуляторов составляет до 400 циклов, цилиндрических – от 100 до 1000 циклов в зависимости от условий эксплуатации.

Герметичные прямоугольные никель-кадмиевые аккумуляторы производятся с отрицательными неметаллокерамическими электродами из оксида кадмия (тип КНГК) или с металлокерамическими кадмиевыми электродами (тип КНГ) см. табл. 2.17.

Таблица 2.17.

Параметры герметичных аккумуляторов в прямоугольных корпусах

Тип	Номинальная емкость, Ач	Ток разряда, мА	Ток заряда, мА	Продолжительность заряда, ч	Высота, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Масса, г
КНГ-0,35Д	0,35	35...70	35	15	41	15	10	21
КНГ-0,7Д	0,7	70...140	70	15	41	25	12	31
КНГ-1,0Д	1	100...200	100	15	41	35	14	61
КНГ-1,5	1,5	150...300	150	15	70	35	14	100

Таблица 2.18.

Параметры герметичных аккумуляторов

Тип	Напряжение, В	Номинальная емкость, Ач	Ток разряда, мА	Ток заряда, мА	Продолжительность заряда, ч	Диаметр, мм	Высота, мм	Масса, г
Дисковые аккумуляторы								
Д-0,02Д	1,25	0,02	2...4	2	15	11,5	4,2	–
Д-0,03Д	1,25	0,03	3...6	3	15	11,6	5,4	2
Д-0,05Д	1,25	0,05	5...10	5	15	15,5	4,9	–
Д-0,06	1,25	0,06	6...12	6	15	15,6	6,1	3,6
Д-0,08Д	1,25	0,08	8...16	8	15	15,5	7	–
Д-0,1	1,25	0,1	10...20	10	15	20	6,9	7
Д-0,125Д	1,25	0,125	12...24	12,5	15	20	6,6	6,4
Д-0,2Д	1,25	0,2	20...40	20	15	25	7	–
Д-0,26Д	1,25	0,26	25...50	25	15	25,2	9,2	13
Д-0,3Д	1,25	0,3	30...60	30	15	25	9,4	–
Д-0,55Д	1,25	0,55	50...100	50	15	34,6	9,8	27,2
Д-0,8Д	1,25	0,8	80...160	80	15	50	7,7	–
7Д-0,125Д	8,4	0,125	10...20	10	15	24	58	50
10Д-0,55С1	12	0,55	25...50	20	19	35,6	112	310
Ni-Cd		Аккумуляторы концерна Varta (Германия)					Ni-MH	
RX 01	1,24	0,15	30	15	14	12,9	29	9
RX 03	1,24	0,2	40	20	14	10,5	44	10
RX 6	1,24	0,75	150	75	14	14,5	50,3	24
RX 14	1,24	1,4	280	140	14	26	49	55
RX 20	1,24	4	800	400	14	33,5	61	147
RX 20	1,24	1,4	280	140	14	33,5	61	78
V7/8R	9	0,11	22	11	14	26,5 x 15,7 x 48,5		47
Phone T	3,6	0,28	56	28	14	48,0 x 52,0 x 10,6		36
Phone S	3,6	0,28	56	28	14	26	32	36
3/V 60H	3,6	0,06	12	6	14	16	19,9	12

Разряжать герметичные аккумуляторы можно мгновенно (импульсный режим), в течение нескольких секунд (стартерный режим) и медленно – в течение 10...15 ч (длительный режим). Среднее разрядное напряжение в этих режимах равно соответственно: 1,1...1,12; 1,16...1,18; и 1,22...1,25 В. В конце разряда напряжение составляет 0,9...1,1 В. Номинальная емкость выпускаемых аккумуляторов лежит в пределах 0,03...50 Ач, удельная энергия 16...23 Втч/кг и 45...63 кВтч/м^3. При хранении заряженный аккумулятор саморазряжается (20...30% за первые 10 суток).

Рабочим интервалом температур для герметичных аккумуляторов считают интервал от 10 до 50°С. При –10°С емкость аккумулятора уменьшается по сравнению с емкостью при 20...30°С на 30...40%. Срок службы герметичных аккумуляторов меньше, чем обычных никель-кадмиевых.

Внутреннее сопротивление герметичных аккумуляторов очень мало. Например, у аккумулятора Д-0,125 при частоте f = 25 Гц оно составляет 0,5 Ом при f = 800 Гц – 0,4 Ом и при f = 4000 Гц – 0,32 Ом. С увеличением емкости внутреннее сопротивление падает. При емкости 1,5 Ач внутреннее сопротивление герметичного аккумулятора составляет 0,015 Ом. По мере разряда аккумулятора внутреннее сопротивление увеличивается.

Аккумуляторы концерна Varta выполнены по новой никель-гидридной технологии и имеют маркировку на этикетке Ni/MH.